



DENIS ROBERTO CASTRO PEREZ

**DIRETRIZES SOLARES PARA O PLANEJAMENTO
URBANO: O ENVELOPE SOLAR COMO CRITÉRIO
PARA ADENSAMENTO E VERTICALIZAÇÃO**

**CAMPINAS
2013**



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

DENIS ROBERTO CASTRO PEREZ

**DIRETRIZES SOLARES PARA O PLANEJAMENTO
URBANO: O ENVELOPE SOLAR COMO CRITÉRIO
PARA ADENSAMENTO E VERTICALIZAÇÃO**

Orientador: Prof. Dr. Edison Favero

Tese de Doutorado apresentada a Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, para obtenção do título de Doutor em Arquitetura, Tecnologia e Cidade, na área de Arquitetura, Tecnologia e Cidade.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA
TESE DEFENDIDA PELO ALUNO DENIS ROBERTO
CASTRO PEREZ E ORIENTADO PELO PROF. DR. EDISON
FAVERO.

ASSINATURA DO ORIENTADOR

CAMPINAS
2013

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura
Rose Meire da Silva – CRB 8/5974

C279d Castro Perez, Denis Roberto, 1946-
Diretrizes solares para o planejamento urbano: o envelope solar como critério para adensamento e verticalização / Denis Roberto Castro Perez. – Campinas, SP: [s.n.], 2013.

Orientador: Edison Favero.
Tese (doutorado) – 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. Favero, Edison, 1951-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em Inglês: Solar guidelines for urban planning: the solar envelope as a criterion for densification and verticalization

Palavras-chave em Inglês:

Architecture and solar radiation
Solar energy – Passive system
Urban planning
Urban law

Área de concentração: Arquitetura, Tecnologia e Cidade

Titulação: Doutor em Arquitetura, Tecnologia e Cidade

Banca examinadora:

Edison Favero [orientador]
Lucila Chebel Labaki
Lauro Luiz Francisco Filho
Eleonora Sad de Assis
Eduardo Leite Krüger

Data da defesa: 20-03-2013

Programa de Pós-Graduação: Arquitetura, Tecnologia e Cidade

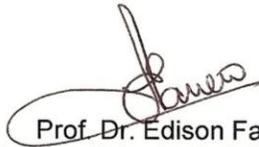
FOLHA DE APROVAÇÃO

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

DIRETRIZES SOLARES PARA O PLANEJAMENTO URBANO:
O ENVELOPE SOLAR COMO CRITÉRIO PARA
ADENSAMENTO E VERTICALIZAÇÃO

Denis Roberto Castro Perez

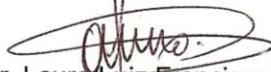
Tese de Doutorado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:



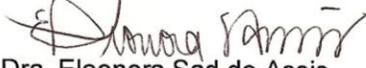
Prof. Dr. Edison Favero
Presidente e Orientador/ FEC-UNICAMP



Profa. Dra. Lucila Chebel Labaki
FEC- UNICAMP



Prof. Dr. Lauro Luiz Francisco Filho
FEC-UNICAMP



Profa. Dra. Eleonora Sad de Assis
UFMG



Prof. Dr. Eduardo Leite Krüger
UTFPR

Campinas, 20 de março de 2013

DEDICATÓRIA

À Família Lopes de Niterói, RJ
Seu Agenor e D. Conceição – in memoriam
Seu Lopes e Dona Dirce (minha mãe brasileira) – in memoriam
Inesquecíveis.
Dircinha, Regina e Soninha, mais que amigas, verdadeiras irmãs
Família que me acolheu quando recém-chegado ao Brasil, ainda menor de idade,
e cuidou de mim, como se fosse parte.
Minha eterna gratidão.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, arquiteto urbanista e professor, Dr. Edison Favero, pela amizade oferecida nestes anos de academia, e pela disposição incondicional, inclusive em horários imprevisíveis, nas orientações necessárias para o desenvolvimento desta tese.

Aos professores Dra. Lucila Chebel Labaki e Dr. Lauro Luiz Francisco Filho, pelas precisas contribuições no exame de qualificação desta pesquisa.

Ao LABINUR – Laboratório de Investigações Urbanas, pelo fornecimento de dados e de espaço físico para os estudos, debates e enriquecimento acadêmico.

Ao LACAF – Laboratório de Conforto Ambiental e Física Aplicada, pela cessão do livre acesso aos arquivos eletrônicos dos anais de diversos Congressos Nacionais e Internacionais.

Ao CONDEPACC – Conselho de Defesa do Patrimônio Artístico e Cultural de Campinas pela permissão de acesso ao Processo de Tombamento do Bairro da Nova Campinas.

À SEPLAN – Secretaria municipal de Desenvolvimento Urbano pelo fornecimento de dados cadastrais dos imóveis estudados.

A Ana Teresa Murgel de Castro Santos, professora de produção de textos, e a Katia Verginia Pansani, advogada, pela amizade demonstrada e pela dedicação na revisão da redação desta tese.

Aos colegas, arquitetos Rodrigo Argenton Freire e Alex Girardi Santiago, pelo auxílio no desenvolvimento gráfico das imagens produzidas.

À minha companheira Márcia Beltramini e à minha filha Maria Carolina, em especial, aos meus filhos Denise e Daniel; aos meus sobrinhos Juliana, Alessandra e Carlos Augusto, pela paciência e compreensão durante todo este período de elaboração da tese.

Ao meu grande amigo e irmão Gonzalo Pastor Castro Barreda, pelo apoio, incentivo e dedicação constante na minha formação profissional: na graduação, no mestrado, e agora, no doutorado.

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 absoluta necessidade. Isto é assim uma violação do direito do *heliocaminus* ao sol. (IMPERADOR JUSTINIANO, século VI).

Lista de Figuras

Figura 1: Tipologia de cidades latino-americanas	26
Figura 2: Três áreas diferentes com 75 residências cada uma	35
Figura 3: Chankillo: Observatório Solar e Fortaleza	63
Figura 4: Vista aérea da cidade de Caral	64
Figura 5: Cahuachi, Nazca	64
Figura 6: Foto aérea de Pikillacta	64
Figura 7: Sacsaywaman. Arquitetura calendárica de luz e sombra	65
Figura 8: Representação gráfica das sombras	65
Figura 9: Pueblo Acoma, New México	66
Figura 10: Barcelona: alturas e larguras, blocos e orientação dos quarteirões	69
Figura 11: Esquemas sobre a relação W/H dos edifícios e ruas	70
Figura 12: Envelope de Direito Solar, Envelope Solar Coletor e Volume Solar	84
Figura 13: Envelope de Iluminação	85
Figura 14: Geração do ES: por dia, ano e resultado	86
Figura 15: Sombras no cruzamento de ruas	89
Figura 16: Construção do ES. Ângulos de obstrução	90
Figura 17: Construção do ES. Ângulos de altura solar	91
Figura 18: Geração do ES	92
Figura 19: Envelopes solares e edificações.	93
Figura 20: Método pelo software SketchUp para gerar o ES	93
Figura 21: Implantação com ES no SketchUp	94
Figura 22: Vista 3D. ES e sombras no SketchUp	94
Figura 23: Janela para análise de direitos à iluminação – Ecotect	97
Figura 24: Geração do ES, Ecotect	97
Figura 25: ES gerado e gráfico da variação energética nos edifícios	97
Figura 26: ES no ambiente Cityzoom e Vista 3D do modelo exportado	99
Figura 27: Proposta para o PD de Santa Clara do Sul e de São Gabriel, RS	100
Figura 28: Aplicação do ES na malha ortogonal, e visualização do lote	101
Figura 29: Aplicação do ES nas novas condições, e visualização no lote	101
Figura 30: Mapa da Região Metropolitana de Campinas	114
Figura 31: Mapa dos vetores de expansão da RMC	115
Figura 32: Divisão do território em Macrozonas	116
Figura 33: Mapa da Macrozona 04	117
Figura 34: Foto aérea. O bairro da Nova Campinas	119
Figura 35: Foto aérea da Nova Campinas	119
Figura 36: Praça Ralph T. Stettinger e Praça Dr. Mário de Andrade	120
Figura 37: Foto da Praça Ralph T. Stettinger	121
Figura 38: Foto da Praça Ralph T. Stettinger	121
Figura 39: Foto da Praça Dr. Mário de Andrade	121
Figura 40: Foto da Praça Dr. Mário de Andrade	121
Figura 41: Foto do bairro Cambuí, anos 70	124
Figura 42: Foto do bairro Cambuí, 2012	124
Figura 43: Quarteirões anotados para verticalização	125
Figura 44: Módulo construtivo	131
Figura 45: O bairro da Nova Campinas com os quarteirões escolhidos	132
Figura 46: Tela do Rhino	135
Figura 47: Grasshopper: parâmetros e componentes	136
Figura 48: DIVA e suas três ferramentas	136

Figura 49: DIVA, Grasshopper: Componente da Posição Solar	137
Figura 50: DIVA, Grasshopper: Componente Envelope Solar	137
Figura 51: DIVA, Grasshopper: Componente leque solar	138
Figura 52: Tela, DIVA com grasshopper e Rhino	138
Figura 53: Qt. 708. Foto aérea do local	139
Figura 54: Implantação dos lotes, das edificações e da vegetação urbana	139
Figura 55: Foto do lote 13 pela Rua Arthur Bernardes	141
Figura 56: Foto do lote 07/08 à Rua Arthur Bernardes	141
Figura 57: Foto do lote 07/08 à Rua Arthur Bernardes	141
Figura 58: Foto do lote 01 à Rua Dr. José F. de Camargo	141
Figura 59: Foto dos lotes 01 e 20	142
Figura 60: Foto do lote 14	142
Figura 61: Foto dos lotes 18 e 17	142
Figura 62: Foto do lote 17	142
Figura 63: Implantação do quarteirão com os envelopes solares	143
Figura 64: Implantação: edificações, árvores e sombras. 21 de junho às 10h00	143
Figura 65: Vista em 3D. Implantação: ESs, edificações e árvores, com sombras	144
Figura 66: Implantação: edificações, árvores e sombras. 21 de junho às 14h00	144
Figura 67: Detalhe: Lote 01 Existente	145
Figura 68: Detalhe. Edificação dentro do ES	145
Figura 69: Lotes 02/03 e lote 05. Sombras 10h00	145
Figura 70: Lotes 02/03 e 05. Sombras 14h00	145
Figura 71: Detalhe de sombreamento. Lotes 16, 17, 18, 19 e 20	147
Figura 72: Geração de dois ESs: sobre os lotes 17 e 18 e sobre os lotes 19 e 20	148
Figura 73: Sugestão 1a. Implantação com os módulos construtivos	149
Figura 74: Sugestão 1a. com os módulos construtivos e suas sombras às 10h00	149
Figura 75: Sugestão 1a. com os módulos construtivos e suas sombras às 14h00	150
Figura 76: Sugestão 1a. Vista em 3D com os envelopes solares	150
Figura 77: Sugestão 1a. Corte esquemático	150
Figura 78: Sugestão 1a. 3D sem os ESs e com sombras às 10h00	151
Figura 79: Sugestão 1a. Detalhe	151
Figura 80: Sugestão 1b. Geração dos ESs com os módulos construtivos	153
Figura 81: Sugestão 1b. Com os módulos construtivos e sombras às 11h00	153
Figura 82: Sugestão 1b. Com os módulos construtivos e sombras às 13h00	154
Figura 83: Sugestão 1b. Vista em 3D com os ESs sem sombras	154
Figura 84: Sugestão 1b. Corte esquemático	154
Figura 85: Sugestão 1b. Sem os envelopes solares e com sombras às 11h00	155
Figura 86: Sugestão 1b. Detalhe	155
Figura 87: Sugestão 2a. Implantação nos lotes 17/18 e 19/20 lembrados	157
Figura 88: Sugestão 2a. com os módulos construtivos e sombras às 10h00	158
Figura 89: Sugestão 2a. com os módulos construtivos e sombras às 14h00	158
Figura 90: Sugestão 2a. Vista em 3D com os envelopes solares	159
Figura 91: Sugestão 2a. Corte esquemático	159
Figura 92: Sugestão 2a. Vista 3D sem os ESs e com sombras às 10h00	159
Figura 93: Sugestão 2a. Detalhe	160
Figura 94: Sugestão 2b. Implantação nos lotes 17/18 e 19/20 lembrados	161
Figura 95: Sugestão 2b. com os módulos construtivos e sombras às 11h00	161
Figura 96: Sugestão 2b. com os módulos construtivos e sombras às 13h00	162
Figura 97: Sugestão 2b. Vista 3D com os ESs	162
Figura 98: Sugestão 2b. Corte esquemático	162
Figura 99: Sugestão 2b. Vista 3D sem os ESs e sombras às 11h00	163

Figura 100: Sugestão 2b. Detalhe	163
Figura 101: Sugestão 3a. Um ES sobre os lotes 17, 18, 19 e 20 lembrados	165
Figura 102: Sugestão 3a. com os módulos construtivos e sombras às 10h00	165
Figura 103: Sugestão 3a. com os módulos construtivos e sombras às 14h00	166
Figura 104: Sugestão 3a. Vista 3D com os envelopes solares	166
Figura 105: Sugestão 3a. Corte esquemático	166
Figura 106: Sugestão 3a. Vista 3D sem os ESs e sombras às 10h00	167
Figura 107: Sugestão 3a. Vista 3D. Detalhe	167
Figura 108: Sugestão 3b. Um ES nos lotes 17, 18, 19 e 20 lembrados	169
Figura 109: Sugestão 3b. sem os ESs e sombras às 11h00	169
Figura 110: Sugestão 3b. sem os ESs e sombras às 13h00	170
Figura 111: Sugestão 3b. Vista 3D com ESs sem sombras	170
Figura 112: Sugestão 3b. Corte esquemático	170
Figura 113: Sugestão 3b. sem os ESs e com sombras às 11h00	171
Figura 114: Sugestão 3b. Detalhe	171
Figura 115: Comparativo entre a situação existente e as sugestões	173
Figura 116: Qt. 716. Foto aérea	176
Figura 117: Implantação: lotes, edificações e arborização	176
Figura 118: Foto Lote 10 à Rua Arthur de F. Leitão	178
Figura 119: Foto Lote 04 à Rua Dr. Paulo C. Pupo Nogueira	178
Figura 120: Foto lote 23 à Rua José Ferreira de Camargo	178
Figura 121: Foto lote 16 à Rua Reverendo Guilherme Kerr	178
Figura 122: Implantação com envelopes solares	179
Figura 123: Implantação com sombras às 10h00	180
Figura 124: Implantação com sombras às 14h00	180
Figura 125: Geração dos ESs com os módulos construtivos	181
Figura 126: Vista 3D com os ESs sem sombras	182
Figura 127: Implantação com sombras às 10h00	182
Figura 128: Implantação com sombras às 14h00	182
Figura 129: Corte esquemático	183
Figura 130: Vista 3D sem os ESs e sombras às 10h00	183
Figura 131: ESs com os módulos construtivos	185
Figura 132: Vista 3D. ESs com módulos construtivos	186
Figura 133: Implantação com sombras às 11h00	186
Figura 134: Implantação com sombras às 13h00	186
Figura 135: Comparativo entre a situação existente e as duas sugestões	188
Figura 136: Qt. 728. Foto aérea	189
Figura 137: Implantação dos lotes, das edificações e da arborização	189
Figura 138: Foto dos lotes 12, 11 e 10 à Av. Hermas Braga	191
Figura 139: Foto dos lotes 07 e 06 à Av. Hermas Braga	191
Figura 140: Foto do lote 01. Av. Jesuíno M. Machado	191
Figura 141: Foto do lote 01. Av. Jesuíno M. Machado	191
Figura 142: Foto do lote 25. R. D. Francisco C. Barreto	192
Figura 143: Foto dos lotes 22 e 21. R. D. Francisco C. Barreto	192
Figura 144: Foto do lote 17. R. Eng. Carlos Stevenson	192
Figura 145: Foto do lote 16. R. Eng. Carlos Stevenson	192
Figura 146: Implantação do quarteirão com os ESs	193
Figura 147: Implantação: edificações, árvores e sombras. 21 de junho às 10h00	193
Figura 148: Implantação: edificações, árvores e sombras. 21 de junho às 14h00	194
Figura 149: Nova Implantação nos lotes com ESs e módulos construtivos	195
Figura 150: Módulos construtivos com sombras às 10h00	195

Figura 151: Módulos construtivos com sombras às 14h00	196
Figura 152: Corte esquemático	196
Figura 153: Vista em 3D com os Ess	196
Figura 154: Vista 3D. Sugestão com sombras às 10h00	196
Figura 155: ESs com introdução dos módulos construtivos	199
Figura 156: Módulos construtivos com sombras às 11h00	199
Figura 157: Módulos construtivos com sombras às 13h00	200
Figura 158: Vista em 3D. Sugestão com sombras às 11h00	200
Figura 159: Comparativo entre a situação existente e as duas sugestões	202
Figura 160: Qt. 746. Foto aérea	203
Figura 161: Implantação; lotes, edificações e vegetação	203
Figura 162: Foto do lote 03 à R. Augusto César de Andrade	204
Figura 163: Foto do lote 16, à R. Arthur de F. Leitão	204
Figura 164: Foto dos lotes 14 e 12 à Av. Hermas Braga	205
Figura 165: Foto do lote 07 à Av. Dr. Moraes Sales	205
Figura 166: Implantação com os Ess	206
Figura 167: Vista 3D. Implantação com sombras às 10h00	206
Figura 168: Implantação com sombras às 10h00	206
Figura 169: Implantação com sombras às 14h00	206
Figura 170: Introdução dos módulos construtivos sem sombras	207
Figura 171: Vista 3D	207
Figura 172: Corte transversal esquemático	208
Figura 173: Sugestão com sombras às 10h00	208
Figura 174: Sugestão com sombras às 14h00	208
Figura 175: Vista 3D com sombras às 10h00	209
Figura 176: Introdução dos módulos construtivos sem sombras	210
Figura 177: Vista 3D. ESs e módulos construtivos	210
Figura 178: Implantação com sombras às 11h00	211
Figura 179: Implantação com sombras às 13h00	211
Figura 180: Corte transversal esquemático	211
Figura 181: Vista 3D. Sugestão com sombras às 11h00	211
Figura 182: Comparativo entre o existente e as duas sugestões	212
Figura 183: Qt. 754. Foto aérea	213
Figura 184: Implantação dos lotes, edificações e arborização	213
Figura 185: Foto do lote 02 à Rua Atibaia	215
Figura 186: Foto do lote 19 à R. Dr. José F. de Camargo	215
Figura 187: Foto do lote 17 à R. Arthur de F. Leitão	215
Figura 188: Foto do lote 04 à R. Dr. Paulo C. Pupo Nogueira	215
Figura 189: Implantação no quarteirão com os ESs	216
Figura 190: Implantação: edificações e árvores, sombras. 21 de junho às 10h00	216
Figura 191: Vista 3D; edificações e árvores, sombras 21 de junho às 10h00	217
Figura 192: Implantação: edificações e árvores, sombras. 21 de junho às 14h00	217
Figura 193: Vista 3D: edificações e árvores, sombras. 21 de junho às 14h00	217
Figura 194: Implantação de dois ESs e novas volumetrias nos lotes isolados	219
Figura 195: Sugestão com edificações e vegetação, sombras às 10h00	219
Figura 196: Sugestão com edificações e vegetação, sombras às 14h00	219
Figura 197: Sugestão. Vista 3D com os ESs sem sombras	220
Figura 198: Corte esquemático	220
Figura 199: Sugestão. Vista 3D sem os ESs, com sombras às 10h00	220
Figura 200: Sugestão. Implantação com dois envelopes e novas volumetrias	222
Figura 201: Sugestão. Vista 3 D sem sombras	222

Figura 202: Sugestão. Implantação com sombras às 11h00	223
Figura 203: Sugestão. Implantação com sombras às 13h00	223
Figura 204: Sugestão. Corte esquemático	223
Figura 205: Sugestão. Vista 3D com sombras às 11h00	224
Figura 206: Comparativo entre a situação existente e as sugestões	225

Lista de Tabelas

Tabela 1: Parâmetros Urbanísticos Qt. 708	140
Tabela 2: Parâmetros urbanísticos sugestão 1a (10h00 às 14h00)	152
Tabela 3: Parâmetros urbanísticos sugestão 1b (11h00 às 13h00)	156
Tabela 4: Comparativo dos parâmetros urbanísticos sugestão 1	156
Tabela 5: Parâmetros urbanísticos sugestão 2a (10h00 às 14h00)	160
Tabela 6: Parâmetros urbanísticos sugestão 2b (11h00 às 13h00)	164
Tabela 7: Parâmetros urbanísticos sugestão 3a (10h00 às 14h00)	168
Tabela 8: Parâmetros urbanísticos sugestão 3b (11h00 às 13h00)	172
Tabela 9: Comparativo de parâmetros (10h00 às 14h00)	173
Tabela 10: Comparativo de parâmetros (11h00 às 13h00)	174
Tabela 11: Parâmetros urbanísticos Qt. 716	177
Tabela 12: Parâmetros urbanísticos sugestão (10h00 às 14h00)	184
Tabela 13: Parâmetros urbanísticos sugestão (11h00 às 13h00)	187
Tabela 14: Parâmetros urbanísticos Qt. 728	190
Tabela 15: Parâmetros urbanísticos sugestão (10h00 às 14h00)	197
Tabela 16: Parâmetros urbanísticos sugestão (11h00 às 13h00)	201
Tabela 17: Parâmetros urbanísticos Qt. 746	203
Tabela 18: Parâmetros urbanísticos sugestão (10h00 às 14h00)	209
Tabela 19: Parâmetros urbanísticos sugestão (11h00 às 13h00)	212
Tabela 20: Parâmetros urbanísticos Qt. 754	214
Tabela 21: Parâmetros urbanísticos sugestão (10h00 às 14h00)	221
Tabela 22: Parâmetros urbanísticos sugestão (11h00 às 13h00)	224
Tabela 23: Comparativo de densidades (10h00 às 14h00)	229
Tabela 24: Comparativo de densidades (11h00 às 13h00)	229

Anexos

Anexo 01: Decreto nº 121 de 1946	247
Anexo 02: Resolução nº 61 de 14 de abril de 2005	248
Anexo 03: Protocolo 05/10/23431 – Despacho do SMAJ	250
Anexo 04: Cópia da planta fornecida pelo DIDC	252
Anexo 05: Cópia da Ficha fornecida pelo DIDC	253

Apêndice

Apêndice 01: Os problemas do bairro Cambuí	254
--	-----

RESUMO

CASTRO PEREZ, Denis Roberto. **Diretrizes solares para o planejamento urbano: o envelope solar como critério para adensamento e verticalização.** Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2013, 255 p. Tese de Doutorado.

O Estatuto da Cidade, Lei Federal 10.257/01 encontra-se em pleno vigor. As cidades brasileiras, porém, continuam crescendo desordenadamente, com os bairros ao redor dos grandes centros sofrendo pressões para mudanças de uso e ocupação do solo e para verticalização; e, com suas periferias crescendo ilegalmente. A morfologia atual das cidades continua sendo o reflexo do acúmulo de edificações que pouco considerou as vantagens de uma boa orientação solar e dos seus ganhos energéticos. Esta tese apresenta um estudo que propõe a aplicação do envelope solar como subsídio de determinação de formas regulatórias de adensamento e verticalização nos processos de planejamento urbano e de projeto do edifício. A escolha deste processo de utilização do envelope solar, adotado aqui, tem por finalidade verificar o potencial deste dispositivo como possível critério de diretrizes urbanísticas aplicadas no controle da ocupação do solo, buscando maior eficiência no adensamento de espaços urbanos. Como estudo de caso foram gerados desenhos nos lotes e edificações de cinco quarteirões do bairro Nova Campinas, na cidade de Campinas, SP. Adotou-se para tanto o software Rhinoceros, com os aplicativos Grasshopper e Diva, e foram introduzidos os módulos construtivos dentro dos volumes dos envelopes solares gerados, para verificação de áreas, taxas de ocupação, coeficientes de aproveitamento e altura das edificações. Conclui-se, seguramente, que o uso do envelope solar serve para recomendar diretrizes solares para o parcelamento do solo urbano, adensamento e verticalização de bairros, bem como para o projeto do edifício com garantias de direito de acesso ao Sol e qualidade ambiental.

Palavras-chave: envelope solar, adensamento, verticalização, insolação, direito ao sol.

ABSTRACT

CASTRO PEREZ, Denis Roberto. **Solar guidelines for urban planning: the solar envelope as a criterion for densification and verticalization.** Campinas, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Planning, State University of Campinas, 2013, 255 p. Doctoral Thesis

The City Statute, Federal Law 10.257/01 is in full force. Brazilian cities, however, continue to grow wildly, with the neighborhoods around the major centers under pressure for changes of use and occupation of land and verticalization, and with their outskirts, growing illegally. The current morphology of cities reflects of the overcrowding of buildings that considered little bit the advantages of a good solar orientation and its energy gains. This thesis presents a study that proposes the application of solar envelope as subsidy determination of regulatory forms of density and vertical integration in the processes of urban planning and building design. The choice of this process of using solar envelope, adopted here, is to verify the potential of this device as a possible criterion of guidelines applied in the control of urban land use, seeking greater efficiency in the densification of urban spaces. As a case study, drawings were generated in lots and buildings of five blocks from the Nova Campinas district in Campinas, SP. In both cases the software applications Rhinoceros with Grasshopper and Diva, and the building modules were introduced within the solar envelopes volumes generated for verification of areas, occupancy rates, utilization coefficients and height of buildings. Results indicate, that the use of solar envelope serves to recommend guidelines for solar urban land subdivision, densification and verticalization of neighborhoods, as well as for the building design with guaranteed right of access to the sun and environmental quality.

Key-words: solar envelope, densification, verticalization, insolation, solar rights

SUMÁRIO

Lista de figuras	xiii
Lista de tabelas	xvii
Lista de anexos/apêndice	xvii
Resumo	xix
Abstract	xxi
I Apresentação	01
II Introdução	05
1. Objetivo geral	09
2. Objetivos específicos	09
III Revisão Bibliográfica	11
1. Elementos estruturantes do espaço urbano	11
2. Escalonamento urbano	16
2.1. A unidade de vizinhança	17
2.2. O bairro	19
2.3. O subcentro	20
3. O crescimento das cidades	23
3.1. Dispersão urbana	25
3.2. Compacidade	30
4. Adensamento e verticalização	33
5. Urbanismo e direito urbanístico	38
6. Ordenação do uso e da ocupação do solo	48
6.1. Índices urbanísticos	48
6.2. Controle da densidade e da verticalização	53
7. Acesso ao sol	58
7.1. Antecedentes	59
7.2. Legislações de acesso ao sol	72
8. O envelope solar	80
8.1. Tipos de ES	83
8.2. Geração do ES	86
8.3. Técnicas para geração do ES	90
9. Tempo de insolação	102
10. Arborização urbana	104
IV Materiais e métodos	111
1. O município de Campinas e a região metropolitana	112
2. O bairro da Nova Campinas	116
2.1. O tombamento do bairro	122
3. Áreas de estudo	128
3.1. Levantamento de dados	129
4. Área de estudo I – Qt. 708	139
5. Área de estudo II – Qt. 716	176
6. Área de estudo III – Qt. 728	189
7. Área de estudo IV – Qt. 746	203
8. Área de estudo V – Qt. 754	213
V Resultados	227
VI Conclusões	235
VII Referências Bibliográficas	239
VIII Anexos e Apêndice	247

I. APRESENTAÇÃO

Esta tese foi desenvolvida, tendo por base de estudo, a cidade de Campinas, no Estado de São Paulo, com foco em um de seus bairros, a Nova Campinas, por tratar-se de uma região que, como tantas outras - inclusive de outras cidades - ao redor de um centro consolidado e verticalizado, sofre com pressões para a mudança de uso, adensamento e verticalização. E mais: porque o bairro foi tombado pelo CONDEPACC – Conselho de Defesa do Patrimônio Artístico e Cultural de Campinas e, posteriormente, por Decreto Municipal, esse tombamento foi cancelado, causando polêmica nos dois lados radicais de intervenção: o congelamento, ou a permissão para a verticalização e adensamento.

Esta 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 consequências quanto a aspectos sanitários e à habitabilidade dos ambientes interiores (ASSIS, 2000, p. 161), produzindo-se cidades não planejadas, que provocam o surgimento de novos bairros sem infraestrutura adequada, sem um modelo de desenho urbano, o que prejudica o meio ambiente, o trânsito, e a qualidade de vida urbana em geral.

Discussões sobre qual o modelo de bairro mais apropriado ao desenvolvimento saudável e sustentável se estabelecem, e surge o posicionamento a favor de uma cidade mais compacta, verticalizada, com densidades demográficas mais elevadas, com aproveitamento de toda a infraestrutura existente, redução de deslocamentos entre os setores de moradia e trabalho, com conseqüente diminuição de uso de transporte individual; já o posicionamento contrário, defende a manutenção do modelo cidade-jardim, com baixas densidades.

O pouco aproveitamento da energia solar tem resultado na frequente necessidade de usar climatização e iluminação artificiais durante todo o ano; assim, urge a revisão da legislação urbanística, tanto no nível de plano diretor

como no de leis de uso e ocupação do solo, além da busca de incorporar propostas que garantam o acesso ao sol e à luz.

A energia solar deve ser pensada já na concepção de edifícios e de estruturas urbanas; a forma dos edifícios e as suas superfícies devem servir de base para a utilização dos sistemas solares ativos, bem como para a maximização de ganhos solares passivos. Por conseguinte, a energia solar, mais do que qualquer outra fonte de energia renovável, está ligada à forma, função e disposição dos edifícios. É possível aplicar esta abordagem não só ao edifício, mas ao quarteirão, aos bairros e a cidades inteiras.

A propositura deste trabalho tem a intenção de apresentar alternativas para solucionar os problemas que sofrem os bairros com as pressões para mudança de uso do solo; as vicissitudes enfrentadas pelas periferias que crescem ilegalmente; e a pouca regulamentação em que se encontram as pequenas cidades pela falta de uma legislação simples e eficaz. Um quadro agravado, obviamente, pela carência de pessoal qualificado.

Organização do texto

O texto está estruturado em oito capítulos, como segue:

O primeiro e segundo capítulos são dedicados à apresentação e à introdução que aborda o problema com o crescimento das cidades, o modelo compacto, o direito de acesso ao sol e o adensamento com suas implicações no solo urbano e nas legislações urbanísticas; estabelece uma hipótese e destaca o objetivo geral e os objetivos específicos da pesquisa.

No terceiro capítulo é exposta a revisão da literatura, a formação de conceitos necessários para a compreensão do desenvolvimento do trabalho: os elementos estruturantes do espaço urbano, o lote, o quarteirão e a rua; o crescimento urbano, considerando a polinucleação e o escalonamento urbano; a unidade de vizinhança, o bairro e o subcentro; a dispersão urbana e a compacidade; o adensamento e a verticalização. Também são tratados o direito

urbanístico, a ordenação de uso e ocupação do solo com seus índices urbanísticos, o coeficiente de aproveitamento, a taxa de ocupação, altura das edificações, recuos e gabaritos; e o controle da densidade e da verticalização. Na sequência, é examinado o acesso ao sol, inclusive com seus antecedentes e legislações, bem como é estudado o envelope solar com suas aplicações e estado da arte. Igualmente é revista a literatura sobre o tempo de insolação e a arborização urbana.

O capítulo quatro apresenta a cidade de Campinas e Região Metropolitana; o bairro da Nova Campinas, com as razões da aprovação e cancelamento do seu tombamento. Logo a seguir, é iniciado o estudo de caso, com a escolha dos quarteirões como áreas de estudo, o levantamento de dados, a geração dos envelopes solares, análise, discussão e avaliação das simulações efetuadas e dos resultados decorrentes.

Nos capítulos quinto e sexto são apresentados os textos com as considerações finais sobre a situação encontrada nas áreas selecionadas para o estudo de caso, os resultados decorrentes dos novos valores obtidos com as simulações para os parâmetros urbanísticos; e a comprovação da hipótese com as conclusões.

Finalmente, nos capítulos sétimo e oitavo são expostos as referências bibliográficas, os anexos e a apêndice.

II. INTRODUÇÃO

O Estatuto da Cidade, Lei Federal 10.257/01, que estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá suporte jurídico às estratégias e processos de planejamento urbano com instrumentos urbanísticos, objetivando a promoção do desenvolvimento e ocupação do solo urbano, encontra-se em pleno vigor. As cidades brasileiras continuam crescendo desordenadamente, com os bairros ao redor dos grandes centros suportando pressões para mudanças do uso e ocupação do solo e para a verticalização; com suas periferias crescendo ilegalmente. A morfologia atual das cidades continua sendo o reflexo do acúmulo de edificações que pouco considerou as vantagens de uma boa orientação solar e de seus ganhos energéticos.

As leis de parcelamento do solo não contemplam as condicionantes climáticas, e as leis de uso e ocupação do solo, bem como os códigos de obras fazem referências simplórias sobre o acesso ao sol. A legislação brasileira, em geral, tem tornado as cidades instrumento de especulação e valorização imobiliária, em detrimento da inclusão dos segmentos externos ao mercado e de novas demandas sociais relativas à qualidade ambiental e ao uso racional dos recursos naturais; e, ainda, provoca dois exageros: excessiva verticalização nas áreas centrais e excessiva horizontalização das periferias urbanas. Esta verticalização, quando não contida por lei de zoneamento e gabaritos máximos, causa a saturação e o congestionamento dos serviços urbanos da área (CAMPOS FILHO, 2001), bem como compromete o acesso das edificações ao Sol e à luz natural.

As legislações urbanas são semelhantes no tocante à insolação: os parâmetros urbanísticos de recuos, afastamentos, altura dos edifícios, taxa de ocupação e coeficiente de aproveitamento são aplicados de forma duvidosa, sem considerar diretrizes bioclimáticas. O estabelecimento destes índices não foi feito com base nas condições climáticas de cada local, havendo grande discrepância na aplicação da legislação nos diversos municípios do país. Assim, a legislação urbanística no Brasil continua sem nenhuma sistematização coerente de suas

normas (MUKAI, 2002, p. 50). 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.

As questões relativas ao bioclimatismo urbano continuam sendo tratadas de forma simplória e genérica, não associando os aspectos ambientais (insolação, ventos, vegetação, recursos energéticos e hídricos) com as variáveis do ambiente urbano (estrutura de circulação, espaços livres, áreas verdes, condições das quadras, lotes e edificações) e a maioria dos instrumentos do planejamento urbano local continua a não ter diretrizes solares.

De acordo com Frota (2004, p. 13), após períodos nos quais se tentou conscientizar as pessoas de que uma arquitetura deve ser “bioclimática”, ecológica, ultimamente a “sustentabilidade” vem sendo utilizada como suporte para que as questões relativas à geometria da insolação passem a ser consideradas, bem como os recursos oferecidos pelos estudos e controles da incidência do sol sobre as edificações e os espaços urbanos, inclusive no sentido de melhor aproveitar essa forma de energia renovável e até mesmo para procurar, com mais rigor, garantir o “direito ao sol”.

Higuera (2006, p. 85) informa que o estudo do movimento do sol tem o objetivo de introduzir fatores determinantes na hora de planejar a cidade existente ou de propor novos assentamentos, para obter as melhores condições de insolação e melhorar a qualidade de vida de seus ocupantes. Estas estratégias estão diretamente relacionadas com o aproveitamento dos recursos renováveis e implicarão a redução do gasto energético e da poluição urbana das cidades.

Urge o estabelecimento de legislação de urbanização e construção e de outras políticas para o aumento da utilização da energia solar. Os municípios e entidades relevantes no desenvolvimento da cidade devem trabalhar na implementação de um planejamento urbano estratégico e em políticas locais que favoreçam operar com a aptidão solar nas estruturas urbanas. Somente as

abordagens urbanas poderão aumentar a ampla integração das aplicações de energia solar de pequena escala no ambiente construído. Na consideração de tecnologias solares, em particular em projetos de larga escala, o desenho urbano, a orientação, a disposição dos edifícios e a forma das coberturas contribuem para o planejamento urbano com diretrizes solares.

Projetar uma edificação isolada com um sistema solar passivo¹ é uma postura inicial positiva no planejamento urbano com diretrizes solares para projetar um conjunto de apartamentos, um quarteirão, um bairro ou uma cidade densamente povoada, onde cada unidade habitacional é aquecida ou resfriada utilizando apenas fontes de energia naturais. Edifícios solares passivos podem ser equipados com aquecedores solares de água e com painéis fotovoltaicos para a transformação de energia solar em energia elétrica. As técnicas computacionais com aplicativos solares à disposição, junto aos conhecimentos projetuais da arquitetura e do urbanismo, mostram que cidades solares passivas, com altas densidades populacionais, não são impossíveis de serem construídas.

A era da energia acessível e a sua livre utilização chega a um momento em que a eficiência energética se torna um objetivo a ser alcançado; as tecnologias de aproveitamento de energias renováveis são cada vez mais solicitadas, sendo necessário, inclusive, aproveitar as fontes de energia renováveis em nível local. E essa produção de energia em nível local pode constituir uma garantia para o seu abastecimento; desta forma, as edificações isoladas, os bairros e as cidades são imprescindíveis na estratégia energética municipal e regional.

A cidade, como resultado da ação antrópica sobre o meio, é um dos mais importantes objetos a ser estudado. Contradições sobre a forma da cidade mais compatível com a sustentabilidade ainda existem. A forma compacta é frequentemente indicada como uma das mais apropriadas para o uso racional de energia e preservação dos recursos naturais, sendo apontadas como vantagens

¹ Entendendo-se como sistemas passivos de energia solar, ou como sistemas climáticos, os projetos de edifícios que aproveitam os seus elementos estruturais de forma a permitir o seu aquecimento/arrefecimento sem precisarem de equipamentos mecânicos ou elétricos. Aproveitam os ganhos energéticos e a iluminação natural pela sua orientação e aberturas adequadas.

dessa forma a otimização da infraestrutura com proteção das áreas agrícolas. Porém, por outro lado, são apontadas desvantagens como o aumento da poluição, a perda de qualidade de vida e a redução de áreas verdes.

Com o crescimento do mercado imobiliário e os instrumentos do Estatuto da Cidade, bairros tradicionais transformaram-se da noite para o dia. O ritmo das demolições de casas e edifícios de poucos pavimentos, para dar lugar a altos edifícios verticais, assusta urbanistas e moradores que questionam a ausência de infraestrutura adequada para esse abrupto processo de adensamento sem planejamento. Medrano (2012) afirma que o aumento da densidade habitacional poderia ser uma estratégia adequada a esses bairros, com vistas aos benefícios de uma cidade mais compacta, diversificada e interconectada. Entretanto, sem os estudos e investimentos condizentes com esse modelo de urbanização, a expectativa é a de que os muitos problemas existentes sejam intensificados.

Modelos urbanos com formas mais compactas podem ser a solução para o crescimento das cidades; nesse caso, o adensamento e a verticalização podem ser bastante positivos para a construção de cidades mais sustentáveis, desde que o aproveitamento da infraestrutura existente seja adequado. Discute-se a questão das densidades controladas, como os bairros do tipo cidade-jardim, ou a proposta de uma cidade vertical, tentando abrigar grandes populações em espaços reduzidos. Mas os critérios que se adotam para desenvolver um modelo ou outro é que devem ser revistos.

O direito de acesso ao sol, que se busca neste trabalho, como condicionante para produzir habitações, edifícios, bairros e cidades mais saudáveis, tendo como dispositivo para o planejamento urbano, o envelope solar² (que é uma alternativa de estratégia para o desenvolvimento de projetos para edificações que possam receber uma boa insolação e iluminação natural), serve

² KNOWLES e BERRY, 1980, conceituaram o envelope solar em *Solar envelope concepts: moderate density building applications*, 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”.

de suporte para o desenvolvimento do planejamento urbano com diretrizes solares e a aproximação da legislação urbanística com as considerações bioclimáticas.

Este trabalho dá continuidade ao estudo sobre o envelope solar e o direito ao sol (CASTRO PEREZ, 2007) que analisa os envelopes solares construídos sobre quatro áreas de estudo em três macrozonas do município de Campinas, com zoneamento diferente, bem como propõe o aprofundamento no conhecimento do envelope solar, visando a introdução do seu conceito nas legislações urbanísticas.

A presente tese se baseia na hipótese de que é possível, com o uso do envelope solar, oferecer elementos para solucionar questões de adensamento e verticalização no planejamento urbano: o quanto pode ser adotado como potencial construtivo máximo, qual pode ser a taxa de ocupação, ou o número de pavimentos a permitir-se, se por zona, quarteirão, ou lote.

1. OBJETIVO GERAL

O objetivo principal desta pesquisa é a aplicação do envelope solar como subsídio de determinação de formas regulatórias de adensamento e verticalização nos processos de parcelamento do solo urbano e do edifício, com garantias de direito de acesso ao sol.

Serve de argumento para justificar a proposta desta tese - intervenção no bairro, para seu adensamento e verticalização - o critério das diretrizes solares e da volumetria apresentada pelos envelopes solares nos quarteirões selecionados para o estudo de caso.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

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

A geração dos envelopes solares, nos níveis de lote e quarteirão, em cujos volumes poderão ser simuladas as edificações em módulos construtivos, para obter parâmetros de áreas máximas de construção, de altura das edificações e de volumetria.

A fixação, com base em critérios solares, de diretrizes para a obtenção do potencial construtivo máximo nas áreas urbanas, buscando maior eficiência no adensamento destes espaços urbanos.

As análises das volumetrias decorrentes dos envelopes solares e a avaliação dos novos parâmetros extraídos para comparação com as legislações de uso e ocupação do solo existentes, bem como as implicações na sua aplicação e as suas interferências na legislação urbanística.

A avaliação da transformação de ambientes urbanos com baixas densidades, tanto construtivas, quanto demográficas, de uso residencial e comercial (prestação de serviços) em médias e altas densidades, com o uso do envelope solar, e o potencial máximo de construção.

E o conhecimento das influências da aplicação do envelope solar por lotes, para a verificação da insolação nas edificações vizinhas, sombreamento e garantias de acesso ao sol.

III. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O levantamento bibliográfico contempla, de início, vários aspectos da estruturação urbana, o crescimento urbano com suas formas de dispersão, compacidade, adensamento e verticalização; do urbanismo e do direito urbanístico e os índices urbanísticos para o controle da densidade urbana; posteriormente, o planejamento urbano com diretrizes solares com outros aspectos de acesso ao sol e as suas legislações; o envelope solar como ferramenta para planejamento de adensamento e verticalização com o estado da arte e suas aplicações; e, finalmente, questões relacionadas ao tempo de insolação e à arborização urbana.

Apresentam-se questões conceituais básicas para a integração destes campos do conhecimento, no sentido de formar uma fundamentação teórica para o desenvolvimento da metodologia que se propõe, objetivando a aplicação de novas ferramentas baseadas em princípios bioclimáticos que possibilitem gerar diretrizes projetuais do edifício e condições ideais de traçado urbano.

1. ELEMENTOS ESTRUTURANTES DO ESPAÇO URBANO

A estrutura de uma cidade é sua sintaxe espacial. Os espaços se articulam em muitos padrões que nada mais são que a combinação estilística de elementos fundamentais (SANTOS, 1988, p. 67). Consideram-se elementos estruturantes do espaço urbano: o solo, as edificações, o traçado urbano com a rua como ligação das partes da cidade; as praças, a vegetação, os monumentos, o mobiliário urbano etc.; o quarteirão, e principalmente o lote, por ser compreendido como a parcela fundiária mínima.

O lote, o quarteirão, a rua

Ferrari (2004, p. 219) define o lote como a unidade básica do cadastro imobiliário urbano, resultante do parcelamento de um terreno situado em *zona urbana* ou de *expansão urbana*. O lote não é apenas uma porção cadastral: é também a gênese e fundamento do edificado (LAMAS, 2004, p. 86). O lote é um

princípio essencial da relação dos edifícios com o terreno. A forma do lote sempre foi condicionante da forma do edifício, e conseqüentemente da forma da cidade. Nas cidades históricas, encontram-se edificações dos tempos coloniais com frentes de cinco metros e grandes profundidades, com áreas internas para ventilação, ou claraboias para apoio na iluminação; estas edificações davam a forma ao lote.

O conceito de lote tem variado com o passar dos anos. O código de obras de São Paulo, de 1929, assim definia: “lote é a porção de terreno situada ao lado de uma via pública”. O Decreto 6.000, do Distrito Federal de 1937, conceituava: “é a porção de terreno situada ao lado de um logradouro público, descrita e assegurada pelo título de propriedade”. A Lei federal 6.766/1979 no art. 2º, § 4º define: “considera-se lote o terreno servido de infraestrutura básica cujas dimensões atendam aos índices urbanísticos definidos pelo plano diretor ou lei municipal para zona em que se situe (*incluído pela Lei 9.785/1999*) e no § 5º considera-se infraestrutura básica os equipamentos urbanos de escoamento de águas pluviais, iluminação pública, redes de esgoto sanitário e abastecimento de água potável, e de energia elétrica pública e domiciliar e as vias de circulação, pavimentadas ou não”.

Por isso, o lote não é apenas uma porção de terreno para fins urbanos, ou seja, com a finalidade de construir na cidade; é um terreno, mas servido de infraestrutura urbana, preparado para receber uma edificação que será ocupada pelo homem. O terreno, para ser promovido à condição de lote, deve estar servido de infraestrutura urbana que garanta dignidade de vida para as pessoas que ali irão residir. O lote, então, é, de acordo com o projeto de revisão da Lei 6.766/1979, uma “unidade imobiliária destinada à edificação resultante de loteamento ou desmembramento”. Muitos autores referem-se a lote como uma “unidade”.

O lote é resultado do processo de urbanização (loteamento), pois o art. 2º da Lei 6.766/1979 dispõe: o parcelamento do solo urbano poderá ser feito mediante loteamento ou desmembramento... e, no § 1º: “Considera-se loteamento

a subdivisão de gleba em lotes destinados à edificação, com abertura de novas vias de circulação, de logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação das vias existentes”. O processo de loteamento vai formar o lote, o quarteirão e a via pública, que são os principais elementos estruturantes do espaço urbano, e que formarão uma porção nova da cidade. O lote e sua área edificável, pois, está conectado com a cidade por meio da via pública e a infraestrutura urbana, envolvendo redes e serviços.

Solà-Morales (1997, p. 19) quando se refere ao projeto urbanístico para dar forma a um processo físico, arquitetônico e de engenharia, que combine solo, edificação e infraestrutura, afirma que a construção de uma cidade se faz com parcelamento, urbanização e edificação, e que de suas múltiplas formas de combinação no tempo e no espaço, origina-se a riqueza morfológica das cidades. O parcelamento é a própria urbanização.

Até finais do século XIX, os lotes eram decorrência do tamanho das edificações. Em 1937, o código de obras do Rio de Janeiro fixou a área mínima do lote em 360,00m², enquanto a codificação paulista das normas sanitárias para obras fixava a área mínima em 250,00m² com 10,00m de frente para os lotes residenciais e frente de 8,00m para os comerciais.

A Lei 6.766/1979 estabelece um mínimo de 125,00m², com 5,00m de frente. Foram estabelecidas as áreas mínimas, mas não as máximas. Em Campinas, SP, a Lei 6.031/1988, lei de uso e ocupação do solo (LUOS) determina áreas máximas para condomínios residências, por zona, por exemplo: para a zona 4, a área máxima do terreno é 40.000,00 m²; para a zona 3, é de 28.500,00 m²; para a zona 2, 20.000,00 m²; para a zona 1, 10.000, 00 m²; para Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social (EHIS), 10.000,00 m²; e, para Vilas, 3.000,00 m².

Silva (1997, p. 227) declara que o dimensionamento dos lotes é conceito fundamental para a definição dos modelos de assentamento urbano. A ocupação do solo confina com as categorias de uso, pois, de regra, estas condicionam a

dimensão dos lotes. Em bairros de classe alta, os lotes têm áreas bastante grandes, ao contrário, nos bairros populares, os lotes são de pequena dimensão.

De acordo com Castilho (2010, p. 127), o termo “lote” exprime conceito e, como tal, expressão genérica e abstrata que, no plano da realidade, abrange inúmeras situações específicas e particulares. O lote pode ser categorizado com base no zoneamento urbano, expressão do planejamento, ou com base nas características concretas da parcela, seja de posição na quadra, seja de transformação física, seja de destino atribuído etc.; e de acordo com o desenho do parcelamento e o destino efetivamente dado ao lote, abrange formas preexistentes à própria ideia de ordenação urbana, cujas diretrizes incidirão, sobretudo, *a posteriori*. O lote é uma criação do direito urbanístico; uma decorrência da disciplina urbanística da propriedade.

Podem ser consideradas três categorias de lote, baseadas nos seguintes critérios: a ocupação efetiva e utilização do lote; o uso que se faz dele, residencial ou não; e a posição relativa, esquina ou não. O lote pode estar vazio ou ocupado, ou seja, edificado ou não edificado. Segundo o Estatuto da Cidade, uma de suas diretrizes gerais é a ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar a utilização inadequada dos imóveis urbanos, considerando inadequados o solo urbano não edificado, subutilizado ou não utilizado.

O lote pode ser considerado ocioso, não só quando estiver vazio, mas quando estiver ocupado e mal utilizado, ou com a ocupação insuficiente, abaixo do mínimo estabelecido por lei. O Direito e a lei exigem a urbanização secundária plena (o lote devidamente edificado e utilizado) a fim de cumprir com a sua destinação. Por conta, pois, do Estatuto da Cidade, o direito de construir se transforma em obrigação de edificar, objetivando eliminar o lote ocioso no espaço urbano.

Considera-se lote subutilizado, de acordo com o Estatuto da Cidade, o lote “cujo aproveitamento seja inferior ao mínimo definido no Plano Diretor ou em legislação dele decorrente”, ou seja, se a construção sobre o lote não atingir o

coeficiente mínimo de aproveitamento (CA). Estes coeficientes podem ser diferentes, e são fixados de acordo com as categorias de uso a que é destinada a edificação.

O quarteirão é o espaço delimitado pelo cruzamento de três ou mais vias e subdivisível em parcelas de cadastro (lotes) para a construção de edifícios. É também um modelo de distribuição de terra por proprietários fundiários; ou também o modo de agrupar edifícios no espaço delimitado pelo cruzamento de traçados (LAMAS, 2004, p. 88). A definição do quarteirão tanto pode basear-se na sua forma construída, como no processo do traçado e divisão fundiária.

O quarteirão é um lance de lotes urbanos e edificações situadas em um dos lados da *quadra*, ou seja, originalmente na quarta parte de uma quadra de forma quadrada. Por extensão, trecho da *rua* compreendido entre duas vias transversais consecutivas. A forma geométrica depende do traçado do sistema viário: se do tipo tabuleiro de xadrez, as quadras serão quadradas; se do tipo grelha, serão retangulares; e assim por diante. A denominação vem da época em que tal espaço urbano era quase sempre quadrado. Mas há muitos autores que não fazem distinção e simplesmente o identificam como o resultado da agregação de lotes, formando um conjunto com acessos comuns.

O quarteirão começou como um processo geométrico elementar, adquirindo estatuto como unidade morfológica na produção da cidade, agrupando subunidades; e pode subdividir-se num conjunto de edifícios, sendo delimitado por quatro vias. Se, antigamente, a marcação do lote se identificava com a delimitação do edifício, a marcação do quarteirão pressupõe uma hierarquia superior, identificando-se com a definição do espaço urbano (LAMAS, 2004, p. 88). O quarteirão não é autônomo dos restantes elementos do espaço urbano – os traçados, ou as vias, os espaços públicos, os lotes e os edifícios. É simultaneamente o resultado de regras geométricas de divisão fundiária do solo e de ordenamento do espaço urbano.

Ruas e outros elementos assemelhados (avenidas, travessas, ladeiras) são os espaços públicos, abertos, que servem à circulação entre dois renques de edificações. Interligam, portanto, as quadras, sendo que o conjunto de vias e quarteirões compõe a malha urbana (SANTOS, 1988, p. 91). O traçado da rua dependerá muito do sítio onde for implantada. Silva (1997, p. 180) explica que rua é a via pública ladeada, à direita e à esquerda, de casas, paredes ou muros no interior das povoações; ou predisposta a isso. Ruas são vias de comunicação, linhas de percurso de deslocamento dentro dos núcleos urbanos.

O traçado, de acordo com Lamas (2004, p. 98), é um dos elementos mais claramente identificáveis, tanto na forma de uma cidade como no gesto de projetá-la. Assenta num suporte geográfico preexistente, regula a disposição dos edifícios e quarteirões, liga os vários espaços e partes da cidade, e confunde-se com o gesto criador. O traçado estabelece a relação mais direta de assentamento entre a cidade e o território. A rua relaciona-se diretamente com a formação e o crescimento da cidade de modo hierarquizado, em função da importância funcional da deslocação, do percurso e da mobilidade de bens, pessoas e ideias. É o traçado que define o plano, intervindo na organização da forma urbana em diferentes dimensões.

A configuração de ruas e praças, pela forma como as ruas estão conectadas, ou não; se possuem continuidade, se realizam ligações importantes entre pontos da cidade, determina o movimento natural das pessoas. Hillier et al. (1993) explicam que a configuração do traçado, por si só, já gera um padrão de movimentação pela cidade, e esse padrão é o principal definidor de outros elementos do sistema urbano, como por exemplo, o uso do solo.

2. ESCALONAMENTO URBANO

O escalão urbano é entendido como a distribuição hierarquizada dos *equipamentos públicos comunitários* em núcleos ou unidades, de sorte que algumas unidades do escalão elementar ou inferior formam uma unidade de escalão imediatamente superior, e assim sucessivamente, até a complexa

constituição da cidade; a cada escalão corresponde uma faixa de idade da população, especialmente atendida pelos equipamentos *públicos comunitários*; a cidade como um todo é servida pelos *equipamentos públicos urbanos* (FERRARI, 2004, p. 145). O escalão urbano mais comumente utilizado, a partir do escalão inferior, é a unidade de residência (ou escalão doméstico); unidade de vizinhança, (ou bairro); setor urbano e cidade.

2.1 A unidade de vizinhança

Dos escalões urbanos, a unidade de vizinhança (UV) "*neighbourhood unit*", por assemelhar-se, estruturalmente, ao tradicional bairro e por comportar, até certo ponto, uma vida autônoma, tornou-se o núcleo básico da cidade polinucleada. A organização por unidades de vizinhança foi um dos principais instrumentos de planificação da cidade moderna (LAMAS, 2004, p. 318). Para este autor, ainda "a unidade de vizinhança constituía um princípio sedutor, com as vantagens da universalidade. Universalidade e clareza que, desde logo, fascinou planejadores e urbanistas, como a fórmula mágica de constituir comunidades de habitantes no seu bairro e resolver o funcionamento da cidade".

Podem encontrar-se formas urbanas de baixa densidade e moradias unifamiliares nos subúrbios que se formam nos finais do século XIX, como alternativa à concentração dos centros urbanos e suas deficientes condições de salubridade (LAMAS, 2004, p. 311). Na procura de soluções para o crescimento das grandes cidades, Ebenezer Howard, em 1898 lança o livro *Tomorrow, a Peaceful Path to Real Reform*, no qual conceitua a "cidade-jardim", bairro de baixa densidade e vivendas em largos espaços arborizados.

Feldman (2005, p. 124) narra que os americanos Clarence Arthur Perry e Clarence Stein desenvolvem o conceito de *neighbourhood unit cell*, em 1924, quando propõem um esquema de organização de áreas residenciais visando uma vida familiar comunitária, uma entidade orgânica para áreas residenciais, em que a organização espacial propicia uma vida familiar e associativa que resulta,

inclusive, numa organização voluntária dos moradores, voltada para a manutenção do ambiente.

A primeira formulação da UV esteve estreitamente associada à utilização do automóvel como meio de transporte e ao processo de expansão urbana; e coloca-se na sociedade norte-americana do início do século XX como modelo de referência racionalmente idealizado para a organização da vida cotidiana, prevendo a disposição das unidades residenciais unifamiliares em torno de um equipamento básico de educação, circundadas por limites formados pelas vias arteriais, com um sistema de vias locais internas e sem tráfego de passagem que oferecessem condições de segurança para o deslocamento prioritário dos pedestres, contando com áreas comerciais e com espaços públicos abertos, de acordo com as necessidades da comunidade e de fácil acesso a pé.

Toda infraestrutura está presente: abastecimento de água, rede de esgotos, redes de águas pluviais e de eletricidade e telefonia, asfalto para os leitos carroçáveis e pavimentações para os passeios, jardins acabados com vegetação rasteira, arbustiva e árvores de médio e grande porte. A cultura do automóvel serve de base para diversas concepções do urbanismo modernista, com reflexo e expressão imediata na articulação do sistema viário e na utilização dos transportes públicos. A cidade celular passa a ser o produto inevitável da era do automóvel.

Barcellos (2001) ressalta que Clarence Arthur Perry pensa a UV como uma unidade pertencente a um conjunto maior, a cidade, mas se apoia no conceito sociológico de vizinhança, que no entendimento clássico é uma área onde os habitantes se conhecem pessoalmente. Entretanto, não se observa, na sua concepção, preceitos de transformação da ordem estética do meio urbano, mas tão somente de ordem funcional. Desta forma, a UV é residencial (bairro), constituída de 600 a 3.000 moradias e de 3.000 a 15.000 habitantes, delimitada pela escola primária (para alunos de 7 a 14 anos), com uma distância máxima de 800 a 1.200 m, e uma área variável entre 200 e 450 ha. As vias de trânsito de passagem devem tangenciar a UV.

Na Unidade de Vizinhança, ainda, de acordo com Clarence Arthur Perry, a densidade demográfica deve ser de 75 a 100 hab/ha, em habitações unifamiliares em número de 15 a 20 unidades, sendo 80% casas e 20% apartamentos, com densidade de 125 a 150 hab/ha e em número de 25 a 30 unidades. Quando os edifícios de apartamentos tiverem até 9 andares, a densidade deve ser de 380 a 420 hab/ha e em número de 75 a 85 unidades. Os equipamentos comunitários mínimos devem ser: uma capela, um supermercado, um centro médico, um berçário, uma piscina pública, campos de futebol, um cinema e um posto policial. A UV tem, entre outros objetivos, o de proteger as crianças.

2.2 O bairro

O conceito de vizinhança pode continuar a ser usado desvestido da importância celular original, preservando apenas um caráter operativo. Melhor que tudo, porém, é voltar às velhas noções de bairro e abairramento, que têm a vantagem de ser de domínio comum e, ótimas. O bairro deve ser lido por sua característica principal: as relações de centralidade (SANTOS, 1988, p. 113). Corresponde, no escalonamento urbano, ao que se convencionou chamar de *unidade de vizinhança*; e não é uma unidade administrativa, necessariamente. Pode ser um arraial ou um pequeno povoado.

Lynch (1999, p. 52) assim entendia os “bairros”: são regiões médias ou grandes da cidade, dotadas de extensão bidimensional. O observador penetra “mentalmente” nesses lugares e os reconhece devido às suas características específicas que lhes dão identidade, podendo ser percebidos a partir do interior ou do exterior, dependendo do indivíduo e de seu modo de observação, ou ainda da cidade.

Para Souza (2007, p. 64), no seu ABC do Desenvolvimento Urbano, qualquer cidade apresenta diferentes tipos de espaços, de acordo com a atividade predominante. Em áreas onde predomina claramente o uso residencial (às vezes até por causa de restrições à presença de outros usos, corporificadas em um zoneamento) encontra-se, frequentemente, nada mais ou não muito mais que um

comércio de bairro, no qual as pessoas e famílias podem fazer compras para seu abastecimento diário, semanal ou mensal com gêneros alimentícios e outros de consumo rotineiro. Já em alguns espaços concentram-se o comércio e os serviços, apresentando-se como verdadeiras localidades centrais intraurbanas.

O sentimento de se pertencer a algum lugar ou a um grupo e o reconhecimento de determinadas características comuns singulares a eles, formais ou não, denotam os possíveis significados que a noção de bairro, que não causa estranhamento, tampouco dificuldade de entendimento para quem tem alguma intimidade com o meio urbano, é capaz de suscitar (GENNARI, 2012, p. 3). Por um lado, de um modo geral, os bairros são entendidos como áreas contíguas, mais ou menos delimitadas, não necessariamente conectadas espacial ou visualmente com áreas limdeiras, que trazem neste contexto seu processo histórico de formação, dentro da acepção da evolução urbana. Por outro lado, os bairros também se configuram por teias de relações, estabelecidas pelos grupos que destas áreas se apropriam e que também acabam por caracterizá-la.

Um bairro, não necessariamente, precisa ser uma realidade espacial caracterizada pela legalidade e formalidade de ocupação, pode, eventualmente, uma favela ser considerada bairro. Tanto um bairro legal quanto outro ilegal costuma comportar seus próprios “sub-bairros” dentro dos seus espaços.

2.3 O subcentro

Desde os meados da década de 30, os planejadores urbanos imaginaram fazer da cidade um somatório de pequenas comunidades criadas à base da ideia de vizinhança. Surge, então, a cidade polinucleada, que imitando o crescimento dos tecidos vivos, sadios, deve crescer sempre pela agregação de novas células (novos núcleos urbanos) e não pelo inchaço ou crescimento ilimitado de uma única célula original. Pequenas células se reúnem, formando uma unidade urbana. Essas unidades se agrupam numa unidade de escalão imediatamente superior, e assim por diante, até completar-se toda a estrutura urbana.

O crescimento radioconcêntrico - doentio – significa que, no espaço intraurbano, a área central intraurbana se expande de forma tentacular ou estelar; e o crescimento polinucleado - desenvolvimento intraurbano saudável - significa que os polos intraurbanos ao redor da área central intraurbana são conectados por ligações radiais (SILVEIRA, 2011).

As cidades mononucleadas e polinucleadas têm diferenças, entre outras, que variam de acordo com os deslocamentos do centro aos subcentros. Não existe uma cidade 100% mononucleada, como não há uma cidade 100% polinucleada. Para Souza (2007, p. 51), de pequenos centros quase sem centralidade, que somente influenciam o território do município, onde se encontram e para o qual servem de sede, até grandes metrópoles, ao longo da rede urbana, distribuem-se núcleos urbanos com tamanhos e centralidades muito variadas.

Segundo Correa (1995, p. 51), o subcentro constitui uma miniatura do núcleo central. Possui uma gama complexa de tipos de lojas e de serviços, incluindo uma enorme variedade de tipos, marcas e preços de produtos. Muitas de suas lojas são filiais de firmas da Área Central, e, à semelhança desta, porém em menor escala, o subcentro regional constitui importante foco de linhas de transporte urbano.

Com o crescimento demográfico a ocupação do espaço acontece cada vez mais distante dos grandes centros. Existem bairros residenciais, isolados ou em conjunto, com densidade e grande ocupação, de classe baixa, e que também se localizam em áreas desprovidas de equipamentos públicos; continuam com a mesma estruturação de sua fundação ou tiveram mudanças pouco perceptíveis. Nesses pequenos subcentros, a concentração de estabelecimentos comerciais e de serviços surgiu para o atendimento de uma clientela restrita territorialmente às áreas próximas a ele (SPÓSITO, 2001, p. 242). Assim, deve-se entender que essa apropriação de espaço para os mais diferenciados usos se faz das mais variadas formas, e alguns elementos que de certa forma influenciam na localização dos equipamentos urbanos privilegiam algumas áreas em detrimento de outras; assim,

um bairro pode se apresentar com um “centro comercial” que o distingue de outros.

Os subcentros, pequenos ou grandes, dotados de estabelecimentos comerciais e de serviços, começam a formar-se para atender às necessidades imediatas da população do seu entorno, ou seja, das áreas residenciais próximas. Surgem em cidades médias ou grandes, e podem originar-se dentro das cidades, como resposta à expansão territorial e ao adensamento populacional em determinadas áreas. O conceito de centro principal ou de centro tradicional corresponde à maior aglomeração diversificada de empregos, ou à maior aglomeração de comércio e de serviços. Correspondem às antigas áreas centrais que deram origens às cidades brasileiras. Os subcentros emergem em regiões de grande densidade demográfica, onde estão segmentos de baixo e/ou alto poder aquisitivo, podendo ser dotados ou não de boa acessibilidade e infraestrutura urbana. Para Villaça (2001): “O subcentro consiste, portanto, numa réplica em tamanho menor do centro principal, com o qual concorre em parte sem, entretanto, a ele se igualar. Atende aos mesmos requisitos apenas para uma parte da cidade, e o centro principal cumpre-os para toda a cidade”.

Campos Filho (2003, p. 15), ao se referir ao “ambiente de moradia”, define-o como uma espécie de âncora do cidadão no espaço urbano, a partir da moradia como tipo de vida e como esta está organizada para se servir do comércio e dos serviços, pela frequência de demanda, em três níveis: comércio de apoio imediato à moradia (local), o diversificado com demanda menor, e o esporádico. O mesmo autor conceitua a unidade ambiental de moradia, pela tranquilidade do lugar onde se mora; assim, a organização da cidade em unidades ambientais de moradia de qualidade variada propicia uma diversidade ambiental.

O tecido urbano, de acordo com Campos Filho (2003, p. 60), pode ser de quatro tipos básicos. No que se refere à moradia, tendo em conta o traçado básico de quadras e a distribuição do tráfego de veículos e dos usos a ele associados. **Tipo 1:** bairro nascendo e se desenvolvendo isoladamente, usualmente na periferia do espaço urbano da época em que é iniciado; tende a nascer sem

planejamento, com o mercado agindo livremente, sem zoneamento, configurando a centralidade linear. **Tipo 2:** bairro se relacionando a bairros vizinhos, formando uma malha de bairros, conforme o território urbano vai se expandindo, também com ausência de planejamento, mas desenvolvendo-se no entroncamento de duas vias importantes em seu interior. **Tipo 3:** bairro planejado “tipo jardim”, que nasce usualmente nas periferias urbanas da época em que são implantados e que, depois, podem tornar-se centrais; pode nascer de um planejamento privado ou público. **Tipo 4:** bairro que se transformou em central na estrutura urbana, devido à expansão do território da cidade; nasce em geral de uma centralidade advinda do crescimento demográfico de bairros adjacentes e por um processo de adensamento urbano no próprio bairro.

Não se pode permitir a instalação de atividades que exijam maior capacidade de circulação do que conseguimos implantar, dados os recursos disponíveis, que têm sido escassos (CAMPOS FILHO, 2003, p. 26), e acrescenta que:

Viver com maior ou menor qualidade de vida, significa, entre outros fatores, de saber utilizar os meios de circulação, e o controle do modo de transporte, deve incluir um entrosamento eficaz com a regulação do uso do solo. O cálculo da relação de circulação com densidade de uso do solo deve levar em conta o tipo modal de circulação utilizado pelo cidadão. Quanto maior for a modalidade transporte coletivo, maior poderá ser a densidade de uso do solo, e vice-versa.

3. O CRESCIMENTO DAS CIDADES

A concentração das famílias, provocada pelos mais diversos motivos, deu origem às cidades que evoluíram com o transcurso dos séculos, configurando-se com características que hoje permitem o destaque de elementos que lhe são comuns e que as definem como espaços urbanos (COSTA, 2009, p. 21).

As cidades emergiram e a ocupação deixou de ser dispersa para assumir um modelo compactado e circundado por muralhas fortificadas. Assim, de acordo com Mumford (1998, p. 79), a muralha serviu como artifício militar tanto como

agente de comando efetivo de toda a população urbana. Esteticamente, representava uma nítida diferenciação entre a cidade e o campo: ao passo que socialmente acentuava a diferença entre o residente do interior e o residente no exterior, entre o campo aberto, sujeito às depredações dos animais selvagens, dos assaltantes nômades, dos exércitos invasores, e a cidade plenamente cercada, onde se podia trabalhar e dormir com uma sensação de extrema segurança, mesmo em épocas de perigo militar.

Na Grécia Antiga os sítios eram escolhidos com considerações climáticas buscando salubridade, e a fundação das cidades era planejada, inclusive com diretrizes solares; os gregos deram início ao direito urbanístico com o desenvolvimento de legislação de uso e controle do espaço urbano. Harouel (1990, p. 22) relata que os romanos fundaram suas cidades com base no *orientatio*, com seus grandes eixos, *cardo* (norte-sul) e *decumanus* (leste-oeste); com os dois tipos de habitações, os *domus* (habitações horizontais) e as *insulae* (edifícios com até 7 andares) começam a verticalização; com o crescimento demográfico, que chegou a um milhão de habitantes, estabeleceram uma legislação urbanística mais rigorosa, tendo como preocupação principal, a salubridade.

A característica das pequenas cidades atrás de muralhas do período medieval contrasta, por conta do crescimento populacional em importantes cidades europeias, com o esteticismo procurado pelas cidades renascentistas. Da grande desurbanização que aconteceu do século V ao IX, à intensa urbanização ocorrida a partir do século XIII quando cidades como Paris passaram de 100 mil habitantes a 250 mil e Veneza de 100 mil ao dobro de sua população, o comércio foi tido como o propulsor desse crescimento.

Os ideais urbanos que caracterizaram os séculos XVII e XVIII, não só nos projetos e nas legislações, mas na prática administrativa, indicam preocupações com a dimensão das cidades, com tentativas para limitar o crescimento destas. Mas, com a Revolução Industrial, acontece o acelerado crescimento demográfico das cidades, que duplicam ou triplicam a sua população em curtos períodos de

tempo, com um adensamento sem precedentes, caracterizando a cidade industrial pelo congestionamento e pela insalubridade.

A afirmação da industrialização trouxe modificações para as cidades que se refletiram em outras formas de organização territorial e urbana, originando o urbanismo moderno com os modelos urbanos idealizados por pensadores que se preocupavam com o problema da cidade. Enquanto se discutia qual o melhor modelo de cidade, elas continuaram crescendo, verticalizando e adensando. Surgem as megacidades, as regiões metropolitanas, e até as macrometrópoles.

O crescimento urbano das cidades tem sido objeto de estudo continuado nas últimas décadas, particularmente pela formação das chamadas periferias urbanas e do fenómeno conhecido como *urban sprawl* (POLIDORI et al, 2010). As periferias pobres tendem a aparecer dispersas pela cidade, em áreas com concentração de facilidades urbanas e baixa qualidade de ambiente natural, em oposição às periferias de renda elevada que tendem a ocorrer em núcleos com facilidades urbanas rarefeitas, porém com relevantes qualidades do ambiente natural.

3.1 Dispersão urbana

Para Spósito (2006, p.111), o espraiamento³ do tecido urbano, sendo ele analisado e/ou conceituado pelo seu carácter de dispersão, difusão ou descontinuidade territorial, coloca em xeque a distinção que, desde a Antiguidade, quando da origem das cidades, vinha se estabelecendo entre o que se considera campo e o que se considera cidade. Reis Filho (2006, p. 20) revela a existência de uma “urbanização dispersa”, caracterizada por processos de deslocamento de atividades tipicamente urbanas para o campo, dispondo-se como uma série de pólos urbanos separados por vazios rurais.

Segundo Limonad (2008), enquanto a cidade compacta apresentava uma estrutura simples com zonas bem definidas, essa estrutura se diversifica e

³ Tradução do inglês: *Urban sprawl*

complexifica, conformando um tecido urbano que ultrapassa os limites da cidade, como se pode observar na figura 1, que ilustra de forma simples e objetiva esta complexificação da estrutura urbana das cidades latino-americanas, desde a cidade colonial compacta até a cidade dispersa e fragmentada contemporânea.

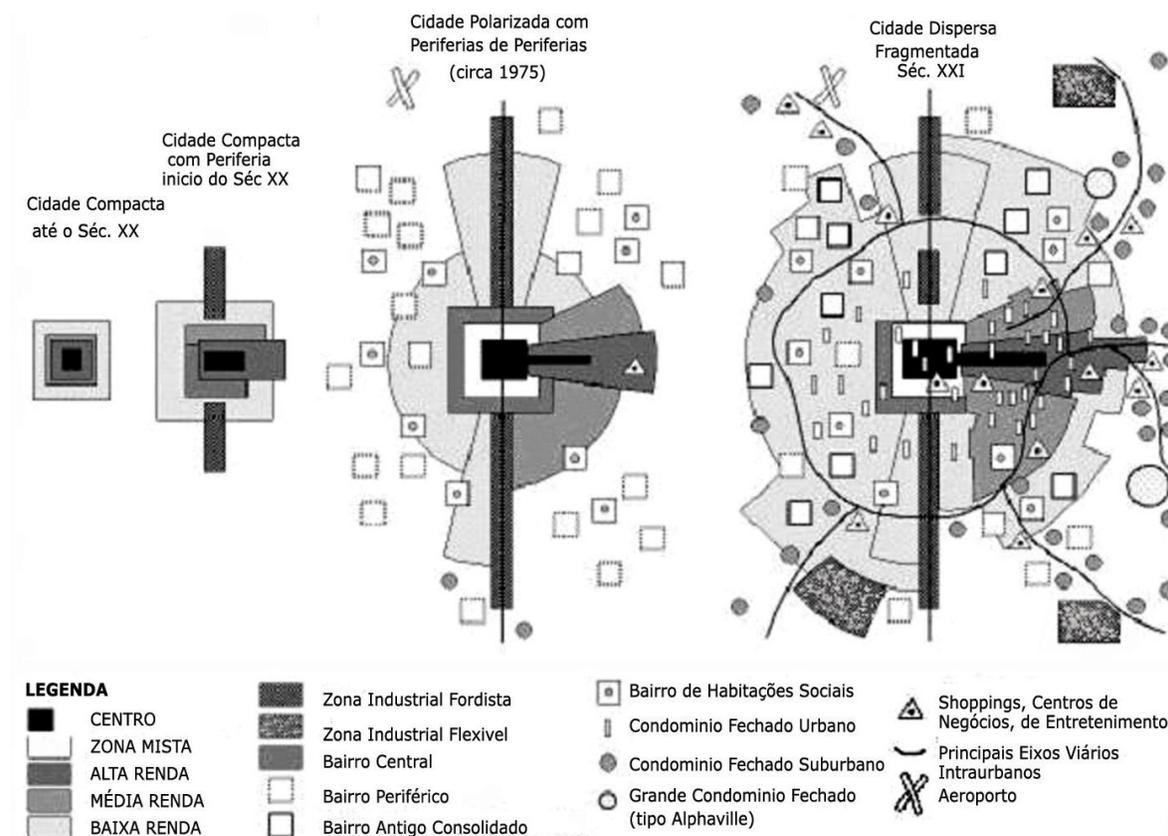


Fig. 1. Tipologia de cidades latino-americanas. Fonte: Borsdorf (2003)

A urbanização ocorreu por processos diferenciados da suburbanização tradicional, entendendo-se suburbanização como o deslocamento de pessoas pobres ou empobrecidas da área central da cidade para sua periferia em terrenos mais baratos e não dotados de todos os serviços públicos ou de utilidade pública. A urbanização, por conseguinte, é entendida como um processo que não está mais restrito à cidade, que extravasa os limites da aglomeração física de edificações, infraestruturas e atividades, de fixos e fluxos, por meio das diversas práticas, táticas e estratégias dos distintos capitais e do trabalho para garantir sua reprodução.

Com a Carta de Atenas e o seu planejamento funcionalista, o espaço é separado em zonas por funções, dividindo o território e conectando-o por meio de redes de estradas e de vias segregadas de transporte privado. O ritmo de crescimento das novas áreas urbanas fica por conta do crescimento da rede de mobilidade, que se converte num estruturador do território.

O carro ofereceu ao homem da cidade, a possibilidade da moradia distante dos centros urbanos, de convívio e trabalho. Isso resultou em modelos dispersos de ocupação urbana, com graves consequências para o meio natural e com mudanças nem sempre positivas na qualidade de vida da população. As vias de circulação possuem grande vínculo com a expansão urbana, pois garantem a acessibilidade aos lugares fora dos perímetros urbanos, atuando sobre o arranjo territorial do crescimento urbano, gerando uma estrutura urbana fragmentada, com vazios urbanos, deixando ilegível a delimitação entre o que é urbano e o que é rural. Para Rogers e Gumuchdjan (2001, p. 36), este crescimento urbano é caracterizado como um crescimento urbano ineficiente, desorganizado, causador de gastos desnecessários com instalação de infraestrutura e dependente de automóveis. A rua, antes local de brincadeiras e encontros, foi tomada pelos carros. Estacionamentos no lugar das praças. As cidades dispersas provocam contaminação do ar, por causa dos escapamentos dos carros.

Desde o final do século XX, a dispersão urbana se manifesta pela expansão e multiplicação de aglomerados urbanos concentrados em condomínios e loteamentos residenciais fechados, dispersos nas áreas rurais das periferias dos centros urbanos de médio e grande porte no Brasil, nos países da América do Sul e em outros na Europa e Ásia. Jessé e Bustos Romero (2011) ressaltam que, no Brasil:

As políticas urbanas, na maioria das vezes, estiveram focadas no atendimento a interesses econômicos e/ou políticos em cada período, imersas em ideologias dominantes, desde a interiorização do poder federal através da construção de Brasília na década de 1960 – trazendo para o interior do país, por meio de Juscelino Kubitschek, mineiro e, portanto, fora do eixo Rio-São Paulo – a definição de um urbanismo ideologicamente “moderno”, disperso,

segregador e dependente do automóvel, num país que deixaria de lado as ferrovias e hidrovias em favor das rodovias, em consonância com a política de instalação de multinacionais automotivas, bem como das políticas de exploração do petróleo por meio de estatais e empresas privadas (estas, em grande parte, de capital internacional).

Reis Filho (2006, p. 13) caracteriza a urbanização dispersa brasileira pelo esgarçamento crescente do tecido dos principais núcleos urbanos, em suas áreas periféricas; pela formação de constelações ou nebulosas de núcleos urbanos e bairros isolados em meio ao campo, de diferentes dimensões, integrados em uma área metropolitana ou em um conjunto de sistemas de áreas metropolitanas; pelas mudanças no transporte diário intrametropolitano de passageiros, que transformou as vias de transporte interregional, de tal modo que estas se tornaram grandes vias expressas inter e intrametropolitanas; e pela difusão ampla de modos metropolitanos de vida e de consumo, também estes dispersos pela área metropolitana ou pelo sistema de áreas metropolitanas.

A urbanização de forma dispersa, adentrando a área rural, provoca impactos ambientais, modificando a paisagem, incorporando novas áreas, degradando a qualidade dos recursos naturais e das áreas verdes. A dimensão da urbanização dispersa impõe o desmatamento de grandes áreas de vegetação natural, provocando também alterações no solo, promovendo impermeabilização do solo, movimento de terras, como terraplanagens e erosão, desabamentos, poluição de mananciais, entre outros.

Este padrão de urbanização dispersa acaba por causar dois tipos de crescimento, para o mercado imobiliário que oferta os condomínios horizontais com toda infraestrutura, com as vantagens de morar em contato com a natureza, voltados à população de alta renda; e outro para a população de baixa renda, que cada vez mais se afasta dos centros para lugares sem infraestrutura, porém delegando ao poder municipal a obrigação do fornecimento.

Silveira (2011) afirma que a dispersão da cidade parece não ter barreiras. As forças são predominantemente de distensão, pontuando conflitos entre as

condições de acesso e a ocupação e o uso da terra urbana, onde as exigências crescentes de mobilidade e a utilização exagerada do automóvel agravam o processo. A mancha urbana parece movimentar-se “para fora”, num deslocamento centrífugo, produzindo excentricidades que expulsam as pessoas do tecido consolidado e referencial da urbe. O autor continua: “Longe do padrão de crescimento periférico de outros tempos, ligado às classes sociais menos abastadas e marcado pela irregularidade da apropriação dos espaços, os traços do novo desenho urbano apontam simultaneamente para a expansão dos loteamentos populares ditos “formais” e para a expansão dos condomínios fechados de luxo, acentuando e alargando a segregação, tanto dos mais abastados quanto dos menos abastados, fenômeno que vem tomando proporções importantes, especialmente nas cidades brasileiras de porte médio”.

Para Ojima (2007, p. 94), o consenso do debate sobre a urbanização dispersa é o descompasso entre o crescimento populacional e a expansão física do espaço urbano, isto é, a condução para baixas densidades urbanas. Trata-se do aumento das distâncias entre os núcleos de desenvolvimento urbano de uma mesma região. Enfim, são áreas de ocupação urbana não-adjacentes à malha urbana central e que respondem à demanda dos fluxos de movimentos populacionais para trabalho, estudo e demais atividades. Ainda, pelo autor “duas aglomerações urbanas podem apresentar taxas de crescimento populacional semelhantes no mesmo período, mas uma pode configurar uma forma urbana compacta, verticalizada e monocêntrica e outra poderá conformar o seu espaço urbano de modo disperso, horizontalizado e policêntrico, cada qual representando custos sociais e ambientais distintos”.

Mascaró e Mascaró (2001) afirmam que o espalhamento urbano tem seus problemas e tem sido questionado; pode ocorrer como consequência de dois processos: a) baixa densidade urbana resultante de lotes com áreas grandes; b) falta de continuidade da malha urbana, chamada de *leapfrogging* (vazios urbanos). Nesses casos, enquanto o custo da terra tende a ser baixo, o padrão de desenvolvimento é economicamente insuficiente, tornando-o indesejável objeto de

estudos frequentes nas últimas décadas. Entretanto, as conclusões das pesquisas, de acordo com Mascaró e Mascaró (2001), estão divididas entre cidades mais compactas, com centros fortes e boas condições de transporte público, e cidades multinucleares, teoricamente capazes de servir tanto ao transporte público como ao automotor privado; em todos os casos, sem mencionar o tipo de clima, a situação socio-econômica ou a cultura local.

As urbanizações da cidade dispersa são ocupadas segundo a renda, o que provoca uma segregação social que aumenta com o uso quase exclusivo do espaço público pelos residentes da urbanização. Nas últimas décadas, proliferam, nas periferias, os condomínios fechados, os conjuntos habitacionais de baixa renda, estabelecendo um diálogo fragmentado de espalhamento urbano, segregando por castas socioeconômicas e transformando as cidades em aglomerados habitacionais murados. Deste modo, segue-se a lógica do espalhamento urbano de forma não planejada (ou planejada de forma incorreta) e incoerente com as novas discussões urbanas de sustentabilidade, densidade e diversidade (JESSÉ e BUSTOS ROMERO, 2011).

3.2 Compacidade

A estratégia temática sobre o ambiente urbano, desenvolvida pela *European Commission Environment* no âmbito do programa *6th Environment Action Programme, Environment 2010: Our future, Our Choice*, afirma que, quando são compactas e multifuncionais, as cidades têm melhores condições para se desenvolverem rumo à sustentabilidade.

A infraestrutura é o maior investimento na criação de cidades e não existe qualquer dúvida de que a cidade compacta e multifuncional permite a sua utilização mais eficiente. Quando uma infraestrutura bem dimensionada é plenamente utilizada, ela desempenha o seu papel de forma completa. Também os sistemas de transportes beneficiam contextos urbanos compactos, porque com um maior número de utilizadores por área que servem, pode ser maior a sua

frequência e, conseqüentemente, melhor o serviço que prestam, enquanto aumentam as condições de segurança das pessoas.

De acordo com Rogers e Gumuchdjian (2001, p. 38), a cidade compacta cresce ao redor de centros com atividade social e comercial, conectados por transporte público, constituindo focos em torno dos quais crescem os bairros. A cidade compacta conforma uma rede de bairros com seus próprios parques e espaços públicos, onde se integram as variedades de atividades públicas e privadas. Este modelo de cidade otimiza a infraestrutura urbana, racionaliza o subsolo, utiliza de forma eficiente energias e recursos com edifícios que consomem menos, reduz o tempo e o custo dos deslocamentos. Em lugares de clima temperado, a geração distribuída de energia facilita a utilização destes tipos de crescimento.

A compacidade tem a ver com a forma e suas funções: a cidade compacta é sustentável e promove a equidade, abrigando atividades diversas e que, ao mesmo tempo, sobrepõem-se. Rogers e Gumuchdjian (2001, p. 40) afirmam que, na cidade compacta a maioria dos cidadãos tem acesso à cidade e podem desfrutá-la sem depender de ninguém. Idosos, crianças e pessoas sem habilitação não têm acesso à cidade quando habitam urbanizações dispersas. Para Rueda (2002), da mesma forma, a compacidade, no âmbito urbano, expressa a ideia de proximidade dos componentes que conformam a cidade, ou seja, a reunião num espaço mais ou menos limitado dos usos e das funções urbanas. A compacidade, portanto, facilita o contato, o intercambio e a comunicação, a essência da cidade.

Do ponto de vista da mobilidade urbana, o aumento de densidade reduz os deslocamentos, então, para menor densidade urbana, maior consumo de energia *per capita*. A cidade compacta é a mais eficiente energeticamente. Os núcleos compactos e de uso misto reduzem as necessidades de deslocamentos e criam bairros sustentáveis cheios de vitalidade; para tanto, os setores de moradia, trabalho e lazer devem estar mais próximos.

Silveira (2011), com relação às dinâmicas de dispersão e compactação, afirma que a fragmentação apresenta tensão entre forças de expansão e aproximação, resultando em células urbanas agrupadas em “ilhas”, com tamanhos e localizações variadas, definindo cheios e vazios, que dilaceram a cidade e produzem excrescências em seu tecido, identificando-se as “peças urbanas” da cidade difusa, em contraposição à “visão de totalidade” das cidades compactas e convergentes.

A fragmentação do tecido sociopolítico-espacial avança a passos largos para se tornar a feição mais dramática da vida nas grandes cidades brasileiras, uma espécie de síntese e produto da sinergia de diversos problemas que vêm se acumulando e agravando nas últimas décadas. Traços dessa fragmentação que atualiza, mas vai além da segregação residencial, disseminam-se ao longo da rede urbana brasileira (SOUZA, 2007, p. 158)

As principais vantagens da cidade compacta consistem: no menor consumo de solo urbano, grande versatilidade de morfologias urbanas possíveis, existência de transporte público que oferece mobilidade a toda a população, redução de tráfego de veículos privados, existência de áreas plurifuncionais às quais é possível chegar andando, sociabilidade e intercâmbios pessoais, bem como a segurança da população. A forma da cidade compacta é considerada bastante sustentável frente a outras opções.

O atual movimento em prol das políticas para uma “Cidade Compacta” representa a negação das teorias de desenvolvimento propostas pelas correntes culturalista e modernista que representaram, respectivamente, a “Garden City” e a “Ville Radieuse”, e que constituíram os modelos formais de referência da expansão urbana do século XX. A proposta da “Cidade Compacta” baseia-se nas intenções do desenvolvimento sustentável, privilegiando o adensamento e a intensificação do tecido urbano (JENKS e BURGESS, 2000).

Para Rueda (1999), a análise dicotômica entre os dois modelos opostos de ocupação urbana – a cidade compacta e complexa e a cidade difusa e dispersa –

permite estabelecer critérios de análise que comparam a eficácia dos sistemas. As conexões no sistema urbano das cidades difusas realizam-se por meio das redes viárias, as quais promovem a dispersão urbana, pois se transformam em um verdadeiro estruturador do território. O produto desse formato urbano é um espaço segregado que separa socialmente a população no território disperso. Esta imposição de transporte e locomoção em grandes distâncias implica inúmeros transtornos: congestionamentos, emissão de gases, ruídos, acidentes e aumento do tempo no transporte de pessoas, serviços, materiais e mercadorias. As soluções para a crescente demanda urbana consistem no aumento do sistema viário, agravando com isto a dispersão territorial e o consumo de energia.

O modelo de cidade compacta oferece uma forma estrutural de utilização do subsolo urbano; facilita a ordenação pela proximidade e pela sua maior regularidade formal. O transporte público pode ser mais racional e eficiente, reduz-se o número de carros e libera-se o tráfego das ruas (RUEDA, 1999). Este modelo melhora a paisagem urbana e o espaço público e, ao mesmo tempo, não causa tantos impactos como os observados nas cidades difusas. Mas, Kotharkar et al. (2012) advertem que a falta de uma regulamentação adequada e de uma estrutura institucional necessária pode criar superlotação e degradação ambiental.

4. ADENSAMENTO E VERTICALIZAÇÃO

A densidade é um dos indicadores e parâmetros de desenho urbano a ser utilizado no processo de projeto, planejamento e gestão de assentamentos urbanos. Segundo Acioly e Davidson (1998, p.16), ela representa o número total da população de uma área específica, expressa em habitantes por uma unidade de terra ou solo urbano, ou total de habitações de uma determinada área urbana expressa em habitações por uma unidade de terra. Geralmente, utiliza-se o hectare como unidade de referência quando se trabalha com áreas urbanas. A densidade serve como instrumento de apoio à formulação e tomada de decisão por parte de planejadores urbanos, urbanistas, arquitetos e engenheiros no momento de formalizar e decidir sobre a forma e extensão de uma determinada

área da cidade. Serve também como um instrumento para se avaliar a eficiência e o desempenho das propostas e/ou projetos de parcelamento do solo.

Até a segunda metade do século XIX, a densidade não era usada no planejamento. Surgem, na Alemanha e na Inglaterra, referências preliminares sobre a densidade urbana e os aspectos negativos da superpopulação das cidades industrializadas, com as altas densidades responsabilizadas pelos incêndios, doenças e conflitos sociais. No início do século XX, Raymond Unwin, em *Town Planning in Practice*, propunha padrões de densidade líquida máxima de 12 a 13 residências por acre, ou 30 por hectare e Frank Lloyd Wright, em "*Broadacre City*", estabelece a densidade ideal de 2,5 residências por hectare, enquanto Le Corbusier apresentava, na sua *Ville Radieuse*, edifícios altos e isolados com densidade de 400 hab/ha. O Plano de Le Corbusier para Paris, *Plan Voisin* consistia em edifícios de 60 andares, em terreno com 95% de espaço livre. Jane Jacobs, em 1959, sugeria que a densidade mínima para as cidades americanas deveria ser, de 250 res/ha, como condição para uma vida participativa no meio urbano.

No passado, foi definido e usado um conjunto de indicadores para medir a densidade física (aspectos físico/espaciais, as características mensuráveis das áreas construídas). Estes indicadores tomam a forma de quocientes na qual o denominador é a área de terra onde a densidade está sendo medida, enquanto o numerador pode ser de várias formas: casas, dormitórios, habitantes, área total disponível, área total construída (PONT e HAUPT, 2009).

Dado ser relativamente comum que a percepção do conceito de densidade urbana se discuta, sobretudo, com base na dicotomia alta/baixa densidade e que a estas sejam associados modelos de ocupação urbana distintos, nem sempre é tido em consideração que morfotipologias distintas possam apresentar valores de densidade semelhantes (figura 2).

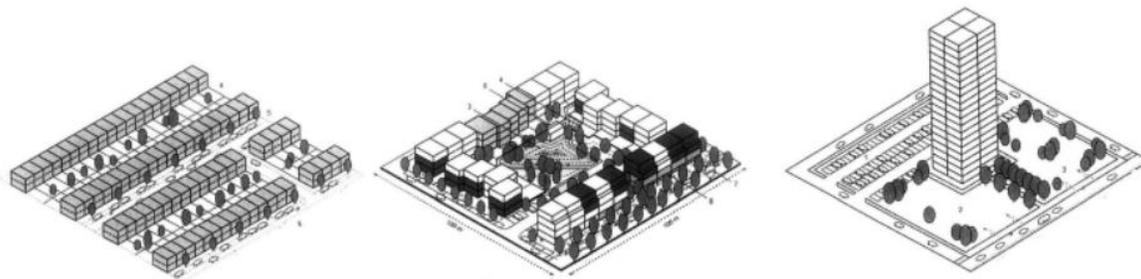


Fig. 2. Três áreas diferentes com 75 residências cada uma. Fonte: Pont e Haupt (2009)

As questões da análise quantitativa das morfotipologias têm sido pouco utilizadas para a compreensão da relação entre as propriedades quantitativas e espaciais das áreas urbanas. Alguns exemplos destas análises foram realizados no campo do urbanismo. Leslie Martin e Lionel March estudam, desde 1966, no *Center for Land Use and Built Forms Studies*, a relação entre o espaço, espaço livre e altura das edificações, bem como as relações entre a forma das edificações e as ruas. No livro *Urban Space and Structures*, publicado em 1972, eles apresentam o diagrama de Fresnel, onde Raymond Unwin, no seu ensaio, *Nothing Gained by Overcrowding* (1912), analisa a quantidade de solo disponível, a forma da edificação locada sobre ela e a rede viária necessária para servi-la. Martin e March, entre outros estudos, fazem uma simulação na malha de New York, entre o vazio das ruas e os volumes das edificações, concluindo que se os volumes das edificações fossem distribuídos sobre as ruas, seriam necessários edifícios bem mais baixos, com apenas sete pavimentos.

A densidade populacional ou demográfica consiste na distribuição da população no quadro do espaço urbano, influenciada por diversos fatores (econômicos); fluída e imprecisa, a densidade edilícia deriva da quantidade de edificação relacionada à área do lote ou da zona considerada. Acioly e Davidson (1998, p. 10) mostram que:

Por um lado, densidades urbanas afetam diretamente processos de desenvolvimento urbano tanto ao nível da cidade quanto do bairro, como, por exemplo, o congestionamento, a falta de espaço de lazer, a baixa qualidade ambiental etc. Por outro lado, são também afetadas por imperfeições das

políticas de habitação e fundiária urbanas, por ineficiência de gestão e planejamento urbano, standards e regulamentações obsoletas, e por parâmetros de desenho urbano que, ao final, limitam a oferta e disponibilidade de espaço residencial e aumentam excessivamente os custos e valores do espaço urbano.

Ainda, de acordo com Acioly e Davidson (1998, p. 16), a densidade torna-se um referencial importante para se avaliar técnica e financeiramente a distribuição e o consumo de terra urbana, infraestrutura e serviços públicos em uma área residencial. Em princípio, especialistas em habitação têm assumido que, quanto maior a densidade, melhor será a utilização e maximização da infraestrutura do solo urbano.

Souza (2007, p. 157) pergunta: qual será a densidade urbana ideal? Há os que defendem baixas densidades e os que advogam altas densidades. As baixas densidades são capazes de proporcionar uma qualidade de vida realmente boa. Baixas densidades têm vantagens: ausência de poluição, saneamento a baixo custo, e também desvantagens: precária acessibilidade aos serviços, pouca interação e controle social. Inexiste um consenso acerca do que pode ser considerada alta, média, ou baixa densidade, pois também estes conceitos variam consoante o contexto territorial e cultural em que se integram.

As populações da Europa e dos EUA, em geral, preferem as baixas densidades: seu ideal de vida não passa por um apartamento, e sim, por uma espaçosa casa unifamiliar com jardim e o mais distante possível do barulho e da poluição dos grandes centros. Julgam que, as pessoas não foram feitas para viverem “empilhadas” umas sobre as outras em prédios de apartamentos; e, mais, acreditam que altas densidades provocam a saturação da infraestrutura técnica e social, os congestionamentos, poluição etc.

Mas, há outras populações que defendem altas densidades: quanto mais espraiada, mais cara será a cidade para a própria coletividade, uma vez que isso exigirá percursos mais longos (com decorrente gasto de energia), e exigirá também, que o poder público gaste mais com as redes de infraestrutura. Por isso,

advogam o que chamam de “cidade compacta”, mais eficiente e mais ecológica (porque desperdiça menos recursos) do que a cidade espraiada.

Optar por uma boa qualidade de vida implica a escolha de uma densidade, equilibrar interesses individuais e coletivos, visto que maximizar os interesses individuais (residências unifamiliares espaçosas) não necessariamente redundará em uma maximização dos interesses coletivos. A densidade não é uma simples escolha dos consumidores moradores; há outros interesses muito poderosos, como aqueles ligados ao capital imobiliário e a grupos políticos que pressionam o Estado para obterem a aprovação e implementação de planos e programas que lhes sejam úteis e lhes tragam vantagens.

O tamanho do lote, o total da sua área que pode ser ocupada (taxa de ocupação), e a altura da construção a ser erguida em relação ao total da área a ser construída (Índice de Aproveitamento, Taxa ou Coeficiente de Aproveitamento) revelam as dimensões mais visíveis da densidade e o total de espaço que é ou será construído e ocupado por atividades e edificações (ACIOLY e DAVIDSON, 1998, p. 17).

Castilho (2010, p. 197) afirma que, se o Coeficiente de Aproveitamento controla a ocupação do solo, estabelecendo a densidade edilícia (e, supostamente, populacional) compatível com o lote – a qual se ajusta à zona em que ele se situa – deve-se reconhecer a relação direta, intensa entre aquele índice e o sistema viário, cujas características foram antes esboçadas. Ou, se se quiser, entre a ocupação do lote e a natureza da via que o serve dentro do sistema de circulação urbana. Como é evidente, serão mais pessoas, mais carros circulando e, com isso maior demanda por acessibilidade, por transporte, privado ou público, por estacionamento etc. O tipo de uso a que se destina a edificação também interfere claramente com o sistema viário.

Quem defende altas densidades defende o sistema urbano eficiente, plena utilização das redes; enquanto quem defende baixas densidades defenderia o *homo urbanus*, o cidadão, o homem de rua (CASTILHO, 2010, p. 214). As altas

densidades garantem, pois, maior vitalidade urbana, economias de escala, e, principalmente, a maximização dos investimentos públicos, incluindo infraestrutura, serviços e transporte; e ainda permitem a utilização eficiente da quantidade de terra disponível.

Verticalização e aumento de densidade demográfica não necessariamente coincidem: nas periferias e favelas há alta densidade demográfica e baixa densidade de ocupação do solo, com pouca ou nenhuma verticalização.

A densidade edilícia, definida pelo coeficiente de aproveitamento, pode também, implicar em densidade populacional, sendo certo que a maior parte do espaço é ocupada por habitações, apesar de que nem sempre a densidade edilícia gere densidade populacional. A procura por maiores densidades só será possível com um projeto de mobilidade que a permita. Cidades compactas limitarão a cidade difusa que dilapida recursos naturais; isso poderá ser obtido com uma política fundiária e planos diretores regionais que respeitem os instrumentos inovadores do Estatuto da Cidade, hoje aplicado nos municípios de forma descoordenada com a realidade regional.

5. URBANISMO E DIREITO URBANÍSTICO

Em 1867, Ildefonso Cerdá, espanhol, graduado em Engenharia de Caminhos, em sua *Teoría General de la Urbanización*, primeiro tratado moderno sobre urbanismo, já deixa registrado a propriedade do uso do termo. Choay (1997, p. 2) afirma que a palavra urbanismo veio da França, utilizada por Gaston Bardet em 1910 no *Bulletin de la Société Géographique de Neufchatel*, para denominar uma “nova ciência” que se diferenciava das artes urbanas anteriores por seu caráter crítico e reflexivo, e pela sua pretensão científica para o estudo da cidade. De acordo com Villaça (1999, p. 205), Alfred Agache, em 1912, apadrinhou o uso adequado da palavra urbanismo, quando fundou a Sociedade Francesa dos Urbanistas [...]”.

Para Meirelles (1977, p. 107) 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”. O urbanismo é ao mesmo tempo, ciência e arte, técnica e política, poesia e filosofia. Exige conhecimento de ligações essenciais e de estruturas globais (LEDRUT, 1971, p. 8). 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.

Para Villaça (1999, p. 205), o urbanismo aparece inicialmente associado à “arte urbana”, à “arquitetura das cidades”, ao “embelezamento urbano”. A palavra planejamento associada ao urbano é mais recente que urbanismo, e sempre teve uma conotação associada à ordem, à racionalidade e à eficiência, enquanto urbanismo ainda guarda resquícios do “embelezamento” e sempre foi mais associado à arquitetura e à arte urbanas.

A urbanização é considerada como “o processo pelo qual a população urbana cresce em proporção superior à população rural, não resultando no mero crescimento físico das cidades, mas em um fenômeno de concentração urbana da população” (FAVERO, 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 o IBGE (2010), 84,36% da população vive em cidades.

A atividade urbanística é um conjunto de ações destinadas a realizar os fins do urbanismo, e 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.

O processo de urbanização brasileiro apresenta características que se disseminaram pelo conjunto da rede urbana, conformando um padrão definido pela segmentação e diferenciação social, demográfica, econômica e ambiental. Tal padrão caracteriza-se também pela baixa qualidade de vida urbana e pelo crescimento físico elevado, expansão periférica e todas as consequências que isso implica: deficiências na infraestrutura urbana e nos equipamentos sociais; produção de vazios urbanos infraestruturados; retenção especulativa do solo, entre outras (NEPO/NESUR, 2003).

O urbanismo, como ciência, arte ou técnica de construir cidades gera um denso e complexo conjunto de relações que devem ser reguladas por normas jurídicas. A ordem jurídica varia de acordo com o desenvolvimento da sociedade, não para acompanhar suas irracionalidades, mas para dirigi-la dentro dos padrões que ela mesma adotou como essenciais (FERRAZ, 1997). Urbanismo e direito urbanístico são elementos de difícil separação na realidade que se trata de estudar. O urbanismo é regulado, pois, pelo direito urbanístico.

Do direito urbanístico

O direito urbanístico é conceituado por Silva (1997, p. 30) como produto das transformações sociais que vêm ocorrendo nos últimos tempos. Sua formação, ainda em processo de afirmação, decorre da nova função do Direito, consistente em oferecer instrumentos normativos ao poder público, a fim de que possa, com respeito ao princípio da legalidade, atuar no meio social e no domínio privado, para organizar as relações jurídicas. Classifica dois aspectos do direito urbanístico: o direito urbanístico objetivo, que consiste no *conjunto de normas jurídicas reguladoras da atividade do poder público destinado a ordenar os espaços habitáveis*, o que equivale a dizer: *conjunto de normas jurídicas reguladoras da atividade urbanística*; e o direito urbanístico como ciência, que busca o *conhecimento sistematizado daquelas normas e princípios reguladores da atividade urbanística*.

O direito urbanístico apresenta-se como uma especialização do direito administrativo, pois para situações enfrentadas pelo poder público para dar à cidade e ao seu território 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, mesmo adquirindo certa autonomia com a aprovação do Estatuto da Cidade.

O direito urbanístico é entendido por alguns doutrinadores, como o reflexo, no mundo jurídico, dos desafios e problemas derivados da urbanização moderna e das ideias 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. O direito urbanístico, mesmo com a existência de normas delineadas há mais de cem anos, só é praticado com status de direito, a partir do século XX.

Evolução do direito urbanístico

O fato urbanístico aparece com a origem das cidades, o fenômeno *urbs*. Os estágios intermediários, desde o fato urbanístico até o direito urbanístico, são classificados em três níveis: o primeiro pré-urbano, consiste em pequenos grupos de base familiar, dedicados à busca de alimentação, constituídos posteriormente em agrupamentos mais complexos; o segundo, cidade pré-industrial, cidades-estado da Grécia e Roma; cidades americanas Aztecas, Maias e Incas e, as cidades medievais europeias, que abrigavam pequenos territórios, se comparados com os rurais; o terceiro, a cidade industrial moderna.

Os pensadores gregos Platão e Aristóteles entendiam que Hipódamo inovou ao "*compreender que a forma da cidade era a forma de sua ordem social e*

que, para remodelar uma delas, é necessário introduzir mudanças apropriadas na outra” e também que o urbanismo *“não deveria ter simplesmente um alvo prático imediato, mas uma meta ideal de dimensões maiores”*. Foram sinais embrionários do planejamento urbano (COSTA, 2009, p. 28). Harouel (1990, p. 19) relatou que existia na Grécia Antiga um verdadeiro direito urbanístico, pois havia um sistema de desapropriação utilizado para as grandes obras públicas urbanas, com a intenção de não lesar os proprietários expropriados, sendo uma das maiores preocupações do urbanismo grego proteger o espaço público contra os empreendimentos particulares.

Foi no direito romano que surgiram as primeiras normas urbanísticas com limitações à propriedade, eram impostas por lei ou estabelecidas no interesse dos proprietários vizinhos. Na Lei das Doze Tábuas (451 a.C), fica expresso o direito relativo aos edifícios e às terras; que entre os edifícios vizinhos deve existir um espaço destinado à circulação. Nessa época, já se tentava limitar o potencial construtivo dos imóveis, havendo legislação criada com a finalidade de sustar o crescimento vertical dos edifícios e proteger, assim, a luminosidade e segurança das construções, bem como evitar o perigo de desabamentos causados pela fragilidade dos altos edifícios. Estabeleceu-se, pois, uma altura máxima para os edifícios, a fim de garantir a visão do mar, além do acesso ao sol. Ainda se acrescentam distâncias entre edifícios, por conta da segurança e como prevenção de incêndios. Mas essas disposições não eram respeitadas, pois algumas edificações atingiam, às vezes até 30 metros de altura.

Na Idade Média, quando as cidades não nasciam de um monastério ou de um castelo, eram os soberanos que as fundavam, com os seus traçados e também com as suas leis; mas, é no Renascimento que o urbanismo fica à procura de um modelo de cidade ideal. Cabe destacar que, em 1452, o papado elabora uma legislação de urbanismo, confirmando o direito de desapropriação por meio de uma justa e razoável indenização, recuperando junto aos proprietários, a valorização advinda de obras públicas e a obrigação do proprietário de um terreno

de vendê-lo a quem desejasse realizar uma construção de boa aparência (HAROUEL, 1990, p. 55).

Nas Ordenanças para Novos Descobrimentos e Fundações, de Felipe II, com a Lei das Índias, aplicam-se as ideias do urbanismo para fundar, erigir e povoar cidades, com certas características físicas, geográficas, de acesso etc.; dita-se a forma de conceber a 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.

O direito urbanístico moderno surge com a aprovação, na Inglaterra, dos primeiros regulamentos de caráter sanitário, contidos no *Public Health Act* (1848) que impunham, apenas, limitações em função da higiene das habitações; aparece, depois, em vários países como um regulador da cidade e do solo urbano, configurando-se numa série de normas e institutos jurídicos que definem a delimitação do território e sua transformação, por isso os países anglo-saxões dividem as suas áreas urbanas em diferentes zonas, em razão de sua utilização (residencial, comercial, industrial etc.). Na Alemanha, com as mudanças de gestão das cidades, pelas novas agendas estratégicas do estado com as políticas públicas, e, na França, em 1850, quando da realização das obras de saneamento do rio Sena, pelo prefeito Barão de Haussmann.

Direito comparado

Na Europa, as cidades modernas pós-guerras criaram as suas primeiras legislações que, em geral, apresentavam a estruturação de um sistema de planos urbanísticos, prevista à coexistência de planos de maior abrangência territorial que fixavam diretrizes para os planos de menor abrangência.

Na Itália, a *Legge Urbanística*, em 1942 modificada em 1967 e 1977 contemplava apenas as áreas urbanas, excluídas as rurais. Após a Guerra, os planos eram de reconstrução, depois, pensando numa nova lei dos solos, foi

aprovada a “lei-ponte” que introduz o planejamento integrado do território. Hoje o Plano Diretor geral é elaborado pelos municípios e aprovado pelo poder regional.

Na Inglaterra, o *Town and Country Planning Act*, aprovado em 1947, não se limita às áreas urbanas, mas contempla também as zonas rurais; foi modificado em 1953, 1968 e 1990; atualmente, o *Development Plan* instrumento maior do planejamento territorial, ministra diretrizes para os planos regionais e locais.

Na França, o *Code de l’Urbanisme et de l’Habitation*, em 1954, reformulado em 1973, exigia dos municípios a elaboração de projetos de ordenamento comunais que eram planos de recuperação das cidades destruídas pela Segunda Guerra Mundial. O estado reservou para si a competência de decidir sobre o ordenamento do território; com a postura centralizadora determina o duplo nível de planejamento: nível regional pelo *Schéma Directeur d’Aménagement et d’Urbanisme (SDAU)*, e em nível local o *Plan d’Occupation des Sols (POS)*; só depois de 1980 é que as regiões adquirem autonomia. Legislações que surgiram nos anos de 1975 e 1976, instituíram o *Plafond Légal de Densité*, com o fim de reduzir o adensamento populacional em certas áreas.

Na Espanha, a *Lei de Régimen del Suelo y Ordenación Urbana*, em 1956, estabelece a formulação de um Plano Nacional e exige o planejamento urbano por todos os municípios, mas não foi bem sucedida, pois até 1975 dos 8.000 municípios, apenas 600 aprovaram seus planos municipais, por isso houve modificações na lei, em 1975, e depois, em 1992 e 1998. Estas legislações, mais recentes, ocupam-se mais do regime urbanístico, particularmente das regras para conter a especulação imobiliária em torno do solo, com atenção à proteção do meio ambiente.

Na Alemanha, em 1960, a *Bundesbaugesetz* é aprovada, a Lei Federal de Ordenação Urbanística, mesmo com seus 16 Länder (similar aos estados brasileiros) tendo já elaborado as suas respectivas leis de ordenamento. Esta lei foi revista, em 1989, e, em 1990, e incluem as ideias fundamentais e os princípios essenciais do ordenamento territorial, as regras destinadas à planificação a

cumprir nos Länder e o procedimento do Estudo de Impacto Territorial, com reforço à consideração de fatores ambientais.

Em Portugal, no período entre 1944 e 1954 são aprovados centenas de estudos de planos de urbanização, e depois foram substituídos pelos planos-gestão. Em 1970 é publicada a Lei dos Solos (Decreto-lei 576/1970), que regula as expropriações, mas só em 1990, pelo Decreto-lei 69/1990, foi reformulado todo o regime jurídico dos planos municipais de ordenamento do território, e delimitadas as diretrizes gerais pela Lei 48/1998 e de planos setoriais, especiais, regionais, intermunicipais e municipais pelo Decreto-lei 380/1999.

Nos Estados Unidos, o sistema não atribui competência urbanística ao governo central, mas as suas orientações inspiram as legislações dos estados que, por sua vez, definem os modelos a serem adotados pelos governos locais, a partir dos quais o urbanismo essencialmente se desenvolve (COSTA, 2009, p. 66). Cada estado possui seu *Master Plan* que dispõe das diretrizes gerais de uso do solo, reúne projetos de expansão e renovação urbana e restringe-se a delimitar zonas com seus usos e densidades, e ainda traça as principais vias de tráfego; e os municípios elaboram seus *Zoning Plan*, planos em que são detalhadas as diretrizes previstas nos *Master Plans*.

Os Códigos de Urbanismo foram adotados, não só na Europa e nos EUA, mas também em muitos países de outros continentes, e na América, podem-se destacar: a *Ley General de Asentamientos Humanos*, de 1976, no México; a *Ley General de Urbanismo y Construcciones*, de 1976, no Chile; a *Ley sobre Ordenación Territorial y Uso del Suelo*, de 1977, na Argentina; a *Ley Orgánica de Ordenación Urbanística* de 1987, na Venezuela; a *Ley de Reforma Urbana* de 1989, na Colômbia.

Direito urbanístico no Brasil

No Brasil, pelas Ordenações Filipinas, já havia dispositivos que tratavam do problema das construções, e com a estética das cidades e as limitações impostas

ao direito de construir determinadas pelo direito de vizinhança ou decorrentes da proteção de um interesse público. 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. A legislação urbanística brasileira tem como base os Códigos de Postura de origem colonial; e só em 1920, começa a ser substituída pelos códigos de obras e por leis de zoneamento urbano.

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. Rolnik (1997, p. 190) relata que 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.

As cidades brasileiras começaram a apresentar altas taxas de urbanização, enquanto a legislação e os instrumentos urbanísticos estavam defasados em relação às demandas. Os códigos de obras e a legislação de zoneamento não eram capazes de responder às demandas por habitação voltada para os trabalhadores, por serviços de infraestrutura urbana para as novas áreas de expansão, assim como para o redesenho da cidade numa perspectiva de regulação social (QUINTO JR, 2003, p. 187).

Os municípios, no Brasil, não adotaram a boa técnica do planejamento, e com o caos urbano estabelecido na maioria das grandes cidades, na segunda metade do século XX, a União promulga a Lei 10.257/2001, 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 Código Civil, traça os contornos ao direito de propriedade e estabelece regras que disciplinam o direito de construir.

Segundo os instrumentos urbanísticos do Estatuto da Cidade, é necessário que cada município tenha uma política municipal de uso do solo urbano e de habitação. Mas, para tanto será necessário que as prefeituras tenham capacidade de desenvolver estudos urbanísticos, ou seja, tenham corpo técnico próprio ou possibilidade de contratação de empresas de projeto capazes de realizar estudos que sirvam de base para a elaboração do seu Plano Diretor, já que este passou a ser o principal instrumento para a definição da função social da cidade. A mudança da cultura técnica da legislação urbanística vem mudar a cultura da gestão municipal.

De acordo com Castilho (2010, p. 21) há uma dupla perspectiva de análise do direito urbanístico, o planejamento urbanístico e a disciplina urbanística da propriedade, cabendo ao planejamento urbanístico o espaço urbano como objeto, na escala cartográfica, e a norma-objetivo como norma, interessando-se pelos aspectos externos (localização e serviços, implantação e volume); já para a disciplina urbanística cabe o lote como objeto, na escala arquitetônica e a norma de conduta, guardando proximidade com o direito de construir que cuida das regras técnicas do processo edificatório.

O direito urbanístico é resolvido pelo Plano Diretor e pelas leis de uso e ocupação do solo, enquanto que o direito de construir é resolvido pelos códigos de obras. O código de obras vai tratar de resolver as questões do direito de construir, já os planos diretores e as leis de uso e ocupação do solo vão lidar com o direito urbanístico. Enquanto que as normas edilícias estabelecem o “como” construir, as normas urbanísticas fixam “onde” e “quanto” adensar a ocupação do solo e para qual finalidade. Da edilícia à urbanística: do privado ao público.

6. ORDENAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO URBANO

A ordenação do uso e ocupação do solo é um dos aspectos substanciais do planejamento urbanístico. 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 (SILVA, 1997, p. 214). Instrumentos que se traduzem em institutos jurídicos de direito urbanístico, para controlar o uso da terra, as densidades da população, a localização, a dimensão, o volume dos edifícios e seus usos específicos em prol do bem-estar geral. Para ter uma cidade sustentável, é necessário o controle do ordenamento do uso e da ocupação do solo.

6.1 Índices urbanísticos

Os índices urbanísticos constituem, 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 (SILVA, 1997, p. 227). A taxa de ocupação e o coeficiente de aproveitamento (também denominados índice de ocupação e índice de utilização, respectivamente) são dois instrumentos básicos para definir uma distribuição equitativa e funcional de densidades (edilícia e populacional) compatíveis com a infraestrutura e equipamentos de cada área considerada.

O coeficiente de aproveitamento

O coeficiente de aproveitamento (CA) é um índice urbanístico fundamental (talvez o principal dentre os índices urbanísticos, do ponto de vista econômico) porque revela, mediante cálculo simples, o potencial construtivo do lote, fixado com base no interesse coletivo materializado no Plano Diretor. Concerne a ele a ocupação do lote, a sua “densidade de construção” (CASTILHO, 2010, p. 159). De fato, o coeficiente de aproveitamento é a relação existente entre a área total da

construção e a área do lote. Ferrari (2004, p. 82) define simplesmente como a relação entre a área edificável (ou área construída) e a área do lote.

$$CA = \frac{\text{Área construída}}{\text{Área do terreno}}$$

O CA surge como índice de controle e contenção, promovendo uma evolução em relação ao gabarito de altura máxima. Em São Paulo, foi instituído em 1957, pela Lei municipal 5.261/1957, fixando o coeficiente 6 para edifícios comerciais e 4 para edifícios residenciais. Na época, a média dos CA variava entre 8 e 10 vezes a área do terreno, mas em certos lugares chegava a 22 vezes. O código de obras “Arthur Saboya”, de 1929, disciplinava tão somente a altura, a mínima e a máxima das edificações, art. 118 a 122: na zona central, para edifícios construídos no alinhamento da via pública, ela variava de cinco metros (mínimo) até três vezes a largura da rua, caso esta tivesse mais de doze metros.

Por outro lado, com o estabelecimento e a aplicação legal do CA, iniciou-se a dispersão urbana com alterações na mancha urbana, com o crescimento horizontal, avançando sobre espaços ainda não urbanizados. Somekh (1997, p. 93) relata:

...os coeficientes de aproveitamento dos edifícios, que não estavam regulados por lei, eram grandes na época: como as construções alcançavam o alinhamento das ruas e ocupavam os terrenos quase sem recuos ou pátio internos, esse índice era praticamente coincidente com o número de pavimentos, variando de dois a nove andares. O edifício Sampaio Moreira, com 14 andares, tem aproximadamente oito mil metros quadrados, construído numa base de 17x40, ou seja, 680,00 m² que redundam num CA igual a 12. O edifício Martinelli, construído em 1929, com 25 andares, tem 45 mil metros quadrados numa base de 2 mil metros quadrados, com um CA de 22 vezes a área do terreno.

A taxa de ocupação

A taxa de ocupação (TO) é um índice que estabelece os limites de ocupação do terreno, isto é, estabelece a relação entre a área ocupada pela

projeção horizontal da construção e a área do lote (SILVA, 1997, p. 229). Trata-se de um índice nunca superior a 1 (um), pois este significa que toda a superfície do terreno será ocupada pela construção em projeção horizontal, enquanto a taxa de 0,5 significa que o terreno será ocupado numa superfície de 50%.

$$TO = \frac{\text{Área projetada}}{\text{Área do terreno}}$$

A taxa de ocupação máxima é o fator pelo qual a área do lote deve ser multiplicada para se obter a máxima área de projeção horizontal da edificação permitida naquele lote. Em um detalhamento maior pode-se adotar uma taxa de ocupação que pode servir para o pavimento térreo (TE), e outra para o corpo da torre (TO para os andares superiores).

Ainda Silva (1997, p. 229) escreve que “a correlação entre os dois índices está no fato de que o CA máximo será empregado dentro dos limites demarcados pela TO máxima, de tal forma que, aumentando-se o primeiro, a metragem quadrada a mais, ocasionará sua elevação vertical, enquanto o aumento da taxa de ocupação permitirá construções mais baixas, mas sacrificará espaços livres dentro do lote”. Quanto mais se estende a superfície do lote passível de ocupação, menor será a verticalização da construção. O espaço de possibilidades de projeto fica condicionado a essas limitações, entre a horizontalidade e a verticalidade; o CA implicando a limitação vertical e o TO, a horizontalidade.

Recuos e afastamentos

Recuos são distâncias medidas entre as projeções horizontais dos perímetros externos das edificações e os alinhamentos, medidas perpendicularmente a estes, sendo que os recuos mínimos são definidos por linhas paralelas aos alinhamentos. Afastamentos são as distâncias entre as projeções horizontais dos perímetros externos das edificações e as divisas entre lotes ou glebas, medidas perpendicularmente às divisas; podem ser também as distâncias entre edificações de um mesmo lote ou gleba, ou ainda, as distâncias entre as edificações e as vias particulares de circulação, sendo definidos os

afastamentos mínimos em relação às divisas, também por linhas paralelas às mesmas.

Os objetivos dos recuos consistem em garantir adequadas condições de ventilação e iluminação, em evitar que as moradias sejam devassadas por outras, em proporcionar segurança às crianças em seus locais de recreio e espaços para distrações de pessoas mais velhas, em reduzir riscos de incêndios, em assegurar espaços para árvores, vegetação e jardins e em propiciar um ambiente saudável e seguro (SILVA, 1997, p. 230).

Castilho (2010, p. 201) relata que a instituição urbanística do recuo frontal proporcional à largura da via é importante, em primeiro lugar para a salubridade pública. Os cidadãos que transitam pela via ficarão com o “Direito ao Sol” garantido. Foi exatamente em defesa da insolação das ruas que se criou o recuo. A pioneira lei de zoneamento de Nova York, de 1916 (inspirada nos conceitos desenvolvidos para Boston, por William Atkinson), estabelece um sistema complexo de sucessivos recuos para a ampliação da altura, o que determinou o formato dos edifícios comerciais no chamado “bolo da noiva”, ou pirâmide, isso porque a exploração irresponsável do espaço estava transformando as ruas em *sunless canyons*.

Em Curitiba, para os setores estruturais, foi estabelecido pela Lei nº 9.800/2000, para o afastamento das divisas laterais e de fundos do terreno, o parâmetro $H/6$, tornando assim, o afastamento proporcional à altura do edifício, ou seja, o afastamento mínimo de cada divisa deve ser igual à altura da edificação (H) dividida por seis.

O gabarito

O gabarito tem sido empregado no direito urbanístico e no direito de construir, em regra, para designar a altura das edificações. “É a altura previamente fixada da edificação, medida entre o nível do ponto médio da guia e o plano horizontal que passa pelo ponto mais alto da mesma, no plano da fachada.

Quando os alinhamentos do lote estão em um ou mais logradouros públicos, em níveis diversos, prevalece o nível do ponto médio da guia do logradouro de maior altitude” (SILVA, 1997, p. 231).

As normas que regulam a altura podem ser expressas em medidas lineares, em andares, ou referem-se à largura do logradouro público lindeiro. A lei de zoneamento de Nova York, de 1916, ainda determinava que a fachada de qualquer estrutura não podia subir verticalmente na linha da testada até uma altura maior do que duas vezes a largura da avenida para a qual se voltava. Se uma estrutura é mais alta, os pavimentos acima desse ponto deviam ser recuados de forma que nenhuma parte se projetasse além do prolongamento de uma linha imaginária traçada do centro da avenida até o ponto onde começava o primeiro recuo. Entendia-se que a altura dos edifícios não deve ser maior do que duas vezes a largura da via. Assim, fica estabelecido o gabarito: se uma edificação fica mais alta, deve recuar no alinhamento da linha inclinada, formada pelo ângulo de 60°.

Há municípios que estabelecem vários tipos de gabarito, dependendo da zona onde se encontram os lotes. Estes índices se relacionam a partir do espaço público que tem a primazia na modelagem das massas urbanas. Muitos outros municípios adotam o gabarito de altura em função da largura da rua, a fim de conseguir um equilíbrio entre os dois elementos básicos da estrutura urbana, o conjunto edilício e os equipamentos públicos. A altura da edificação é uma vez a largura da rua, ou uma vez e meia, ou é duas vezes a largura da rua etc. A proporção H/W é um parâmetro usado frequentemente na climatologia urbana.

Há índices urbanísticos que são definidos em seu máximo ou em seu mínimo, sendo os a) mínimos: testada do lote, taxa de permeabilidade, recuos e afastamentos, quota de terreno por unidade, dimensão do lote e CA; e b) máximos: gabarito de altura, taxa de ocupação, número máximo de unidades, dimensão do lote e CA.

6.2 Controle da densidade e verticalização

Assim como o direito urbanístico, as origens do CA são recentes, datam de meados do século XX, como resultado da crescente necessidade de disciplina da urbanização e, em especial, do processo de verticalização, derivado, este, do adensamento populacional urbano.

Na Roma clássica, já se tentava limitar o potencial construtivo dos imóveis, com legislação criada para evitar o crescimento vertical dos edifícios e proteger a luminosidade, as vistas e a segurança dos edifícios e, ainda, evitar o perigo dos desabamentos que poderiam ser causados pelos mesmos edifícios altos (*insulae*). Na época de Augusto (20 a.C), estabeleceu-se em lei, para Roma, uma altura máxima para os edifícios, de 70 pés (23,80 m). Justiniano (século 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.

O controle da altura da edificação vem desde essas épocas, e o gabarito é usado para manter a unidade morfológica de certas cidades, como a Paris de Haussmann, por exemplo. Mas, depois da invenção do elevador e do início da verticalização em Chicago, no final do século XIX, começa em Nova York e em outras cidades americanas a verticalização descontrolada. Novamente, se teve que restringir esse tipo de construção. Aparece, então, o CA, com a finalidade de segurar esse processo de verticalização e adensamento.

O CA no controle do adensamento

O coeficiente de aproveitamento restringe a ocupação do lote ao disciplinar o seu adensamento edilício. Sua função é determinar o adensamento edilício permitido no lote, ou seja, estabelecer a densidade de construção possível, sempre de acordo com o interesse coletivo. Ele não se aplica isoladamente, mas em conjunto com os demais índices usados para a edificação. Outras regras de urbanismo podem impedir a utilização integral das possibilidades oferecidas pelo

Coeficiente de Aproveitamento. A ideia básica é a de delimitar, de modo genérico, o potencial construtivo dos lotes, considerando o interesse geral de todos os cidadãos na ordenação do espaço urbano.

O controle pelo CA deve ser para todo o espaço urbano, mesmo que em diversos graus, e não apenas para parte deste, ou para certos tipos de lotes e edificações, sendo a causa imediata o controle mesmo do adensamento edilício e da verticalização; mas, também, deve-se fazer a ligação entre a edificação e a infraestrutura urbana e comunitária.

A relação projeto da edificação e capacidade de infraestrutura é uma das preocupações do Estatuto da Cidade, que estabelece, entre as suas diretrizes gerais, a ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar o parcelamento do solo, a edificação ou o uso excessivo ou inadequado em relação à infraestrutura correspondente. E assim determina que o Plano Diretor, pelo instrumento urbanístico, de outorga onerosa do direito de construir, deve fixar os limites máximos a serem atingidos pelo CA, considerando a proporcionalidade entre a infraestrutura existente e o aumento de densidade esperado em cada área.

O Estatuto da Cidade define o CA como a relação entre a área edificável e a área do terreno, e ainda introduz o conceito do coeficiente de aproveitamento básico, ao determinar que o Plano Diretor possa fixar coeficiente de aproveitamento básico único para toda a zona urbana, ou diferenciado para áreas específicas dentro da zona urbana. Mas, há dúvidas com relação ao que seria a “área edificável”. Algumas leis de uso e ocupação separam certas áreas, como os subsolos, garagens descobertas, áticos (caixas de água, casas de máquinas e outros), que não são computadas para efeito do cálculo. A área edificada pode ser a soma das áreas dos pisos utilizáveis cobertos ou não, de todos os pavimentos de uma edificação.

A este respeito o Plano Diretor Estratégico de São Paulo de 2002 (PDE) distingue a área construída computável, que é “a soma das áreas cobertas de todos os pavimentos de uma edificação, que são consideradas para o cálculo do

CA”, da área construída não computável, que é “a soma das áreas cobertas de uma edificação não consideradas para o cálculo do CA, nos termos dispostos na legislação pertinente”. Área coberta não computável é a garagem e o ático, além de outras. No caso dos subsolos para garagens, quando estas áreas ultrapassem os limites do CA, as áreas excedentes passarão a ser computadas.

Já a Lei 6.031/1988 do município de Campinas, LUOS, considera o CA como o fator pelo qual deve ser multiplicada a área do lote ou gleba para se obter a área máxima de construção permitida para os andares de uma edificação, excluindo-se: a) a área correspondente aos andares de serviço destinados a reservatórios de água, casa de máquinas, instalações para funcionários e apartamentos do zelador; e b) as áreas dos terraços, varandas ou balcões correspondentes a até 5% (cinco por cento) da somatória das áreas dos andares. Considerando andar qualquer pavimento situado acima do térreo e da sobreloja.

O Estatuto da Cidade dispõe que o Plano Diretor poderá fixar o “CA básico único” para toda a zona urbana ou “diferenciado” para áreas específicas dentro da zona urbana. O CA básico único pode ter o caráter democrático de igualar o potencial construtivo a todos os proprietários de lotes, e o diferenciado estaria baseado no zoneamento estabelecido nas legislações de uso e ocupação do solo, municipais. O PDE - Plano Diretor Estratégico de São Paulo estabelece que o CA é a relação entre a área edificada, excluída a área não computável, e a área do lote, podendo ser: a) básico, que resulta do potencial construtivo gratuito inerente aos lotes e glebas urbanos, b) máximo, que não pode ser ultrapassado, e c) mínimo, abaixo do qual o imóvel poderá ser considerado subutilizado.

O CA básico resulta da lei de zoneamento; é um direito inerente ao lote, com fundamento no direito de propriedade, cuja utilização é gratuita. O proprietário pode utilizar em seu lote todo o coeficiente sem pagamento de nenhuma contrapartida e não pode ser obstaculizado, mesmo assim, a limitação do direito de construir é legítima, sempre que seja em benefício da coletividade. Da forma como o PDE de São Paulo e a LUOS de Campinas conceituam o CA básico, fica

expressamente determinado que devem ser excluídas do seu cálculo as áreas não computáveis.

O CA mínimo corresponde a uma obrigação, ou imposição de natureza constitucional ao proprietário do lote; com fundamento constitucional, existe em decorrência do dever de cumprimento da função social da propriedade. É um conceito introduzido pelo Estatuto da Cidade para combate aos vazios urbanos, e neste caso, o CA não controla a verticalização e o adensamento; ao contrário, estimula a construção e o uso adequados à infraestrutura existente, sob pena de aplicação de sanções sucessivas.

O CA máximo separa o direito de construir do direito de propriedade e acaba por gerar o que se chama de “solo criado”, ampliando a área edificada do lote e, por consequência, da cidade, acarretando adensamento máximo da ocupação do solo urbano acima do CA básico, mediante a utilização de certos instrumentos urbanísticos (CASTILHO, 2010, p. 238).

O ganho desse potencial excepcional fica condicionado à utilização de três instrumentos disciplinados pelo Estatuto da Cidade e que – sempre de acordo com o Plano Diretor, permitem a flexibilização do zoneamento de ocupação do solo, a saber: a) a outorga onerosa do direito de construir ou “outorga onerosa de potencial construtivo adicional”, b) a transferência do direito de construir, e c) a operação urbana consorciada.

A utilização do CA máximo pode ser interpretada como violação ao princípio da isonomia com base na riqueza: quem tem meios pode edificar mais; pois traduz-se na possibilidade de o proprietário do empreendimento ampliar, até o limite da lei, o potencial construtivo básico do lote, sob certas condições e mediante alguma contrapartida. Mas, como é fixado este CA máximo? No caso de São Paulo, o PDE mapeia as áreas onde as condições de infraestrutura permitem a elevação do adensamento do solo e, depois, a lei deve prever o índice. Mas, não se esclarece quais os critérios para determinar o valor.

Considerando as condições externas ao “terreno”, o CA deve permitir o aproveitamento “adequado” do lote e assim refletir um número razoável, o que constitui termo de conceito indeterminado, largamente utilizado em matéria urbanística: “adequado”. Qual seria o CA mais adequado para certa área?

A efetividade do CA e sua legitimidade, para que não se agride o direito de propriedade privada garantido pela Constituição, depende de certas condicionantes. O zoneamento de ocupação integra o planejamento urbanístico, a relação mínima de condicionantes é: a) participação popular para elaboração do plano urbanístico; b) fundamentação ou motivação (justificativas técnicas das decisões); c) obediência ao princípio da razoabilidade. A fixação dos coeficientes não pode ser produto do arbítrio, da vontade, do improviso.

Em São Paulo, no Plano Diretor de 1991, foi usado o termo de “macrozona adensável” para indicar onde a cidade poderia crescer sem causar problemas para a coletividade por meio da plena utilização da infraestrutura existente. Cada macrozona adensável teria um “estoque” de áreas construíveis em metros quadrados por uso, e que poderia ser comprado da Prefeitura. Assim que estas áreas fossem compradas e acabado o estoque, a macrozona passaria a ser considerada “macrozona não-adensável”.

O Estatuto da Cidade estabelece que lei municipal deverá fixar as condições a serem observadas para a outorga onerosa, determinando primeiro a fórmula de cálculo para cobrança, depois os casos passíveis de isenção do pagamento da outorga e, finalmente, a contrapartida do beneficiário. Este instrumento poderá transformar-se em mera fonte de receita para a Prefeitura, e poderá incentivar o adensamento sem sustentabilidade.

Para garantir o adensamento e a verticalidade com sustentabilidade e dentro das diretrizes bioclimáticas solares, o envelope solar, uma ferramenta em condições de fixar índices – potencial construtivo máximo – altura das edificações e outros, está à disposição do poder público, dos cidadãos, dos profissionais de projeto (edifício e urbano) e da legislação urbanística, para esta finalidade.

7. ACESSO AO SOL

A insolação é considerada um dos mais importantes parâmetros de projeto do ambiente construído e desempenha um papel relevante nas resoluções de composição espacial, interna e externamente. Não é um conceito novo e há muitos exemplos históricos do uso hábil e inteligente da relação entre o Sol e a Terra. Entretanto, a definição de uma normalização da insolação adequada não é uma tarefa fácil: trata-se de critérios múltiplos envolvendo parâmetros climáticos, biológicos, socio-arquiteturais e técnico-econômicos (PEREIRA e MINCACHE, 1990).

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”.

Zeiler (2011) acrescenta que o sol e seu fornecimento de energia têm sido essenciais para a vida humana e uma influência fundamental desde a própria origem da espécie humana. A energia solar se caracteriza por ser uma energia limpa, pois não gera qualquer resíduo em seu processo, é uma energia segura, já que não cria meios que agridam o eco sistema ou colocam a vida em perigo, autônoma vez que permite a sua utilização independente, de forma individual ou coletivamente, é uma energia renovável e sustentável.

A energia solar pode ser utilizada em edifícios de várias maneiras: a radiação solar pode penetrar através das janelas para contribuir passivamente para o aquecimento e a iluminação natural, bem como reduzir o consumo de eletricidade necessária para a iluminação; ou no uso de sistemas de energia solar

ativa nas fachadas e cobertura do edifício para produzir calor e eletricidade, além de reduzir o consumo de energia não renovável nas edificações.

Num ambiente urbano, a orientação de um edifício é determinada pelo desenho da rua, e desta forma não são contemplados os fatores essenciais para evitar o sombreamento entre eles. Para que uma edificação tenha acesso ao sol e assegurar o livre acesso à energia solar, o projetista precisa determinar sempre a sua latitude, inclinação, forma e orientação. Já para um conjunto de edificações, quarteirão, bairro ou cidade com qualquer densidade, é necessário considerar, ainda, a altura das edificações e a largura e orientação das ruas.

O conceito de acesso solar pode ser definido pela variação da trajetória aparente diária e sazonal do Sol em sua relação com a Terra. Lechner (1990, p. 214) já pronunciava: “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”. 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, e já que a energia solar é considerada uma fonte eterna e gratuita, torna-se necessário proteger o seu acesso (CASTRO PEREZ e FAVERO, 2009, p. 2).

A necessidade de acesso solar é uma preocupação facilmente encontrada em diversas culturas. A história apresenta inúmeros exemplos de arquitetura solar que indicam o esforço no sentido de promover a ordenação racional do espaço urbano, para acomodar as populações de forma a permanecerem harmonicamente integradas às condições climáticas pertencentes a cada localização geográfica (TAMURA e KRÜGER, 2010).

7.1 Antecedentes

O projeto de sistemas solares passivos não envolve necessariamente, novas tecnologias, pois tem sido usado desde séculos antes de Cristo, aplicado a edifícios adaptados ao clima local, com orientação, forma, aberturas e materiais

adequados, o que resultou na concepção de edificações de diferentes estilos vernáculos que identificaram cada região.

Com a introdução da agricultura (dez mil anos atrás) que dá vida ao primeiro sistema social e ao protótipo do que será mais tarde a cidade, temos a necessidade de energia para construir as casas, energia para arar e semear, energia para transportar, para cozinhar, para o aquecimento, para fabricar utensílios. A energia solar está na origem de tudo, alimenta as plantas, que por sua vez nutrem os animais e os homens (BUTERA, 2009, p. 19). A casa, naquele tempo, servia exclusivamente como proteção da chuva e dormitório à noite, como uma toca, cujo propósito era garantir impermeabilidade e proteger do frio noturno.

O sol foi considerado um símbolo e desde tempos remotos tem constituído, para muitos povos, uma filosofia de vida; as primeiras relações entre o sol e a cidade não eram técnicas, mas filosóficas e de natureza religiosa. No Antigo Egito foram construídas cidades dedicadas ao sol, as “Heliópolis”; e antigas civilizações, como a grega, a romana e outras no continente asiático, assim como na América pré-colombiana, tinham o sol como referencial para as suas atividades religiosas. Conheciam os seus movimentos, os diários e os sazonais, e adaptaram os seus abrigos e costumes, projetando as edificações e os seus traçados urbanos em função destes movimentos, em busca do conforto térmico.

A arquitetura vernácula, em muitos países, demonstra que eram conhecidos, desde há muito tempo, os componentes climáticos determinados essencialmente pelo sol, e que podiam ser construídos edifícios capazes de dar aos seus ocupantes todo conforto, salubridade e ganhos energéticos. Esses povos, para garantir este conforto, privativo e comum, por meio de acordos entre seus habitantes, estabeleceram as primeiras legislações de proteção ao acesso solar.

Os gregos, como outros povos antigos, veneravam o sol, e assim, o desenvolvimento da arquitetura solar encontrou, de início, alguns obstáculos culturais. Theophrastus, um naturalista notável daquele tempo, comentou que

quase todos os cidadãos acreditavam que “o sol fornece o calor de suporte de vida em animais e plantas. Provavelmente, fornece também, calor ao fogo terrestre. Sem dúvida, muitas pessoas acreditam que estão capturando os raios de sol ao fazer uma fogueira” (BUTTI e PERLIN, 1980, p. 3).

Os gregos careciam de meios artificiais para refrescar suas casas durante o verão e os sistemas de aquecimento eram basicamente constituídos de fornos à base de carvão; e quando a madeira começou a faltar, os gregos foram obrigados a buscá-la em lugares muito distantes. Mas, aproximadamente há uns 2.500 anos, a cultura grega começou a desenhar suas casas para captar a radiação solar durante o inverno, de tal forma que o uso da energia solar foi considerado vital para os habitantes, e os projetistas gregos passaram a fundar as suas cidades com princípios no planejamento solar.

A técnica grega consistia em entender que a altura do sol variava ao longo das estações, ou melhor, que a inclinação dos raios solares era variável. Para a Latitude de 40°N, no verão, o sol se vê ao meio dia sob um ângulo de altura solar de 73°, enquanto no inverno, o sol percorre uma trajetória mais baixa, com o ângulo de altura solar a 26°. Para que a fachada de uma edificação não receba o sol durante o verão, era colocado um pórtico virado para o sul, semelhante a uma varanda coberta, à frente da fachada, cuja altura e profundidade formavam um triângulo com 80° de inclinação na hipotenusa; e se o espaço livre na frente do pórtico formasse um triângulo cuja hipotenusa tivesse uma inclinação não maior do que 26°, com a largura e a altura do edifício em frente, a fachada estaria insolada no inverno (ESPÍ, 1999, p. 1).

Cidades como Priene, Olynthus e Delos tinham nos seus traçados, a geometria da insolação: as ruas principais no sentido leste-oeste e as secundárias no sentido norte-sul, para as edificações (voltadas para o sul) obterem os ganhos da radiação solar durante o inverno, bem como evitar o calor do sol no verão. Os edifícios tinham pátios que permitiam que o sol do inverno penetrasse nos interiores, e protegia-os do sol, no verão. Em Olynthus, eram construídos blocos com dez casas, que tinham sempre o mesmo tamanho e a mesma orientação, e

cada casa ficava ao redor do pátio aberto para a face sul, importante para captar a energia solar. A altura dos edifícios era estritamente limitada, de tal forma que cada pátio recebia, democraticamente, uma quantidade igual de sol. Os gregos acreditavam que o calor solar era bom para a saúde da população humana, dos animais e plantas.

Os romanos inspiraram-se nas cidades gregas para fundar as suas. De acordo como 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, como os gregos, usavam sistemas de aquecimento com queima de madeira e carvão, e as consumiam muito rapidamente, tendo que importá-las de lugares muito afastados. 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 ficaria incorporada à lei romana. Mas, a importância do acesso ao sol fica registrada no Código do Imperador Justiniano (século VI), quando determina:

“Se um objeto está colocado de forma a ocultar o sol a um heliocaminus⁴, 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”.

Apesar deste registro jurídico, a forma urbana das cidades romanas não permitiu o acesso de todos ao sol. Diferentemente do espírito grego de democracia e igualdade, só as classes ricas romanas tinham acesso efetivo à justiça, pois as vivendas dos humildes não desfrutaram das orientações adequadas. Depois da queda do Império Romano, os princípios da orientação solar não foram mais utilizados na Europa, por pelo menos mais de mil anos, embora os construtores vernáculos mantivessem a tradição na disponibilidade de

⁴ Heliocaminus era um compartimento que captava a energia solar e guardava calor (forno solar)

materiais para a adaptação dos recursos ao redor, como é o caso da arquitetura do mediterrâneo europeu, e também, em povoados da Ásia e do norte da África.

Na América do Sul, no antigo Peru, culturas pré-incaicas preocupavam-se com os conhecimentos de astronomia e, com observações precisas, sabiam dos movimentos do Sol, da Lua e dos planetas, e desenvolveram calendários. Tinham o Sol e a Lua como entidades divinas, de significado religioso, e deixaram muitos exemplos de arquitetura e urbanismo solares.

Uma estrutura astroarqueológica, o complexo astronômico *PuranaWasi*⁵, o Observatório Solar e a Fortaleza de Chankillo, na região de Casma, departamento de Ancash, a 450 km ao norte de Lima, são duas edificações construídas 300 anos antes de Cristo, as mais antigas da América; e as 13 torres que representam as 13 luas evidenciam as observações solares e a existência de avançados cultos ao Sol. A figura 3a mostra o conjunto de torres com as anotações do solstício de junho ao norte, o solstício de dezembro ao sul e os equinócios; a figura 3b exibe, em primeiro plano, a Fortaleza com suas muralhas, e ao fundo, as 13 torres.

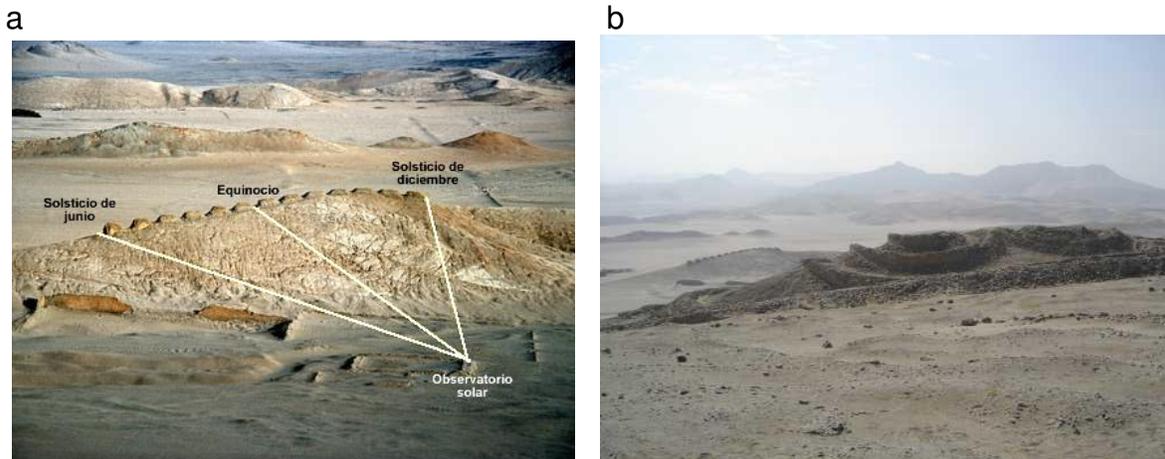


Fig. 3. Chankillo: a) Observatório Solar e b) Fortaleza e Observatório Solar. Fonte: arqueoastronomia.org. 2012

Cidades eram projetadas seguindo os princípios da astronomia: Caral (2600 a.C), a civilização mais antiga do continente americano, com a implantação das suas edificações no deserto de Supe, 200 km ao norte de Lima (figura 4); Sechin Alto (1800 a.C); Cahuachi (século IV d.C), capital da Cultura Nazca (figura 5);

⁵ *PuranaWasi*, em Quechua, idioma inca, significa “A casa da lua cheia”, eram assim chamados os centros astronômicos.

Pikillacta (século VII d.C), capital do Império Wari (figura 6), que apresenta, além do rigor geométrico de suas ruas, uma organização urbana por zonas; Chan-Chan, capital do Reino Chimú (século XII d.C) e muitas outras.



Fig. 4. Vista aérea da cidade de Caral (2600 a.C). Fonte: Google Earth, 2012.

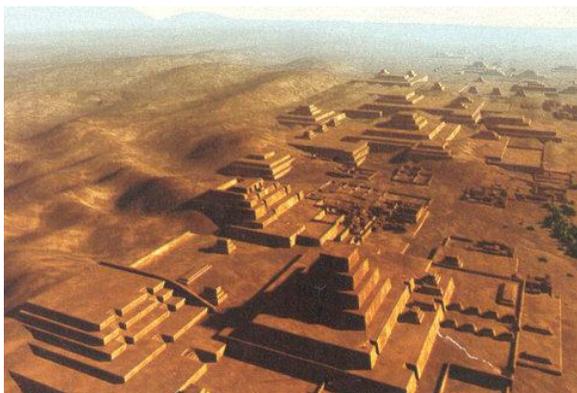


Fig. 5. Cahuachi, Nazca. Fonte: <http://aero.info/oldghwh/ps/>

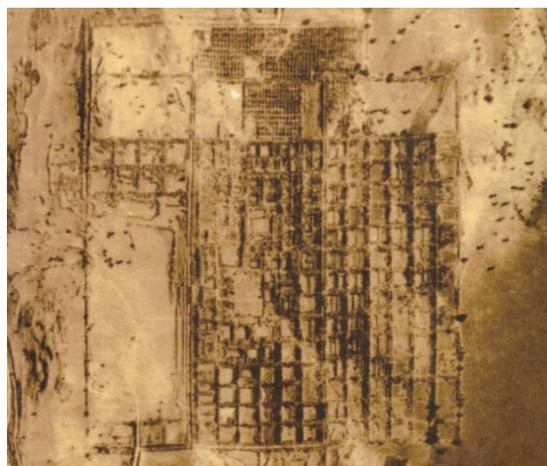


Fig.6. Foto aérea de Pikillacta. Fonte: Canziani, 2012

A questão solar era tão importante na vida desses povos, que muitas das construções eram usadas para a criação de calendários e observações de luz e sombra, como é visto em Sacsaywaman, Cuzco (1400 d.C) pelas figuras 7 e 8 com as 13 sombras alternadas de suas arestas, indicam as datas dos solstícios e

equinócios. Outro exemplo de luz e sombra na arquitetura é a pirâmide de Chichén-Itzá, dos Maias (século IV a.C), que marca os equinócios com uma serpente de luz que desce pelas suas escadarias.

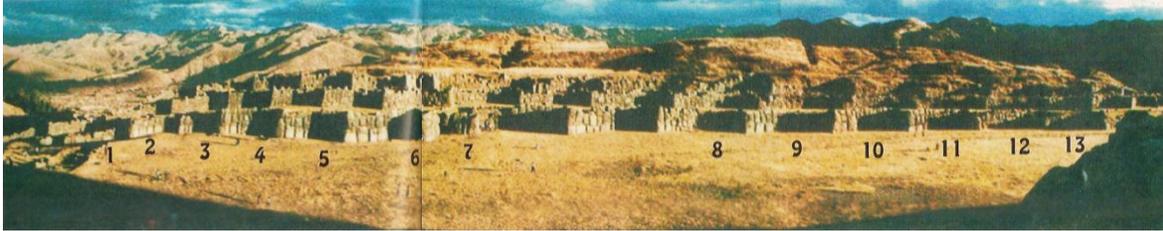


Fig. 7. Purunawasi – Sacsaywaman. Arquitetura calendária de luz e sombra. Fonte: Milla Villena, 2008.

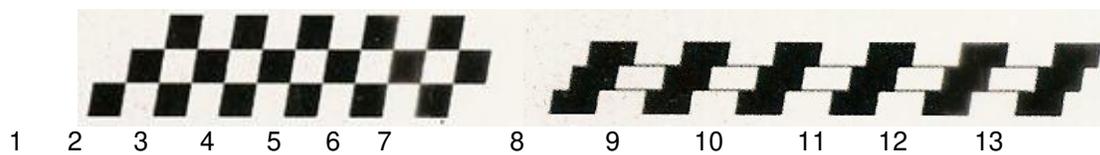


Fig. 8. Representação gráfica das sombras. Fonte: Milla Villena, 2008.

Na América Central, onde se desenvolveram as civilizações Azteca e Maia, os edifícios e as cidades também foram implantados de acordo com organizações astronômicas, na orientação dos pontos cardeais, e o sol sempre foi um referencial para o cotidiano de suas vidas e para as suas atividades religiosas. Na cultura tolteca, a cidade de Teotihuacán (século III a.C) foi implantada num eixo norte-sul. Cidades como Tikal (século III d.C), Uxmal (século VI d.C), Tenochtitlán (século XIV d.C) capital do Império Azteca, foram construídas com considerações solares.

Porém, é na América do Norte que as tribos de índios Pueblos estabeleceram comunidades solares altamente sofisticadas. 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 Romero (2001, p. 56), os “Pueblos” agruparam inúmeros grupos tribais e linguísticos (Hopi, Zuni e Tewa, entre outros), e 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, em

Pueblo Bonito, Chaco Canyon, e Pueblos Taos, em Novo México, e Pueblo Acoma, também em Novo México.

Os princípios solares ordenam o traçado das cidades e, conseqüentemente, afetam as suas habitações, com garantias de acesso ao sol. De acordo com Romero (2001, p. 59), 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 verão, são permitidas as brisas frescas.

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, consta de três fileiras de casas com três pavimentos, orientadas sobre um eixo leste-oeste, viradas para o sul, dispostas para permitir a plena exposição solar de cada residência no inverno.

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 (KNOWLES, 2003, p. 2). 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 9 mostra esquematicamente esta relação.

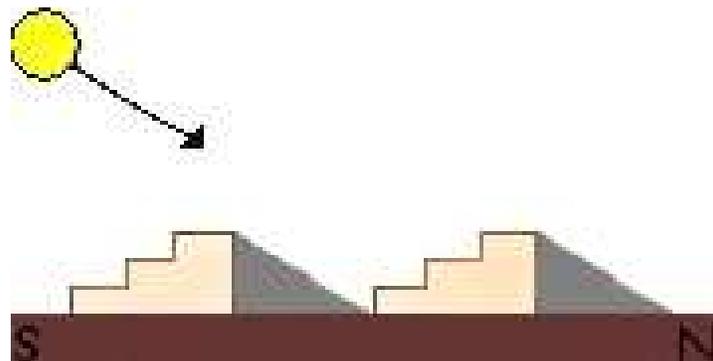


Fig. 9. Pueblo Acoma, Novo México. Fonte: Knowles (2003) adaptado por Perez (2006).

Entre 1443 e 1452 foi escrito o *De Re Aedificatoria*, os dez livros, de Leon Battista Alberti, que revalorizando Vitruvius com seu *De Architectura Libri Decem*, faz referências à salubridade. Loewen (2001) relata que a questão da salubridade na escolha da situação para as cidades já havia sido destacada por Vitruvius, quando no capítulo IV do Livro I, o autor romano aconselhava que, em primeiro lugar, deveria estar a escolha de um local muito saudável, alto, de clima temperado, e livre da presença de pântanos.

Alberti escreve no Tratado da Edificação que o “solar”, referindo-se ao “quintal”, deve ser um espaço aberto dentro do limite de cada terreno para dar entrada à luz do sol e circulação de vento e afirma no Tratado do Urbanismo que a cidade deve ser formulada a partir de fatores climáticos:

O ar que se respira tem papel vital na manutenção e preservação da vida, e que “a localidade a ser escolhida deve estar bastante livre de nuvens enfurecidas e todas as densas espessuras de vapores”; tendo-se em conta ainda a qualidade e o ângulo do sol ao qual a localidade está exposta, a situação hídrica, e a disposição com relação aos ventos. [...] Após a fortificação da cidade, o próximo passo seria a divisão dos lotes de casas dentro das muralhas e o arranjo das ruas com respeito às condições climáticas.

Durante o Renascimento, com a tendência da civilização clássica dos estilos greco-romanos, os arquitetos copiaram as formas externas dos edifícios com técnicas construtivas góticas, mas ignoraram os princípios solares, pois com as edificações mal orientadas não aproveitaram as vantagens da energia solar.

Na colonização da América, pelos espanhóis, para a fundação das cidades, de acordo com a Lei das Índias, foram usadas algumas considerações solares; a orientação das casas com as aberturas de forma a permitir o acesso dos raios solares, o espaçamento entre elas e os materiais construtivos, de forma a proteger-se das condições climáticas exteriores, porém, outras cidades, durante séculos, continuaram crescendo sem planejamento coerente, sem traçados urbanos adequados e sem contemplar os ganhos térmicos que poderiam ser obtidos com a energia solar.

Com a Revolução Industrial, apareceu abundância de energia barata, e com o rápido crescimento gigantesco e desorganizado das cidades, as doenças e pragas se difundiram. O aumento da densidade populacional trouxe consigo uma série de problemas que, vez por outra, desembocaram em mortandades acentuadas de grupos humanos devido a epidemias devastadoras (FRANCISCO FILHO, 2010, p. 158). Os traçados urbanos com altas densidades populacionais não permitiam projetos com edifícios que tivessem acesso ao sol. Milhões de pessoas habitavam estes prédios superlotados em ruas estreitas, em bairros sem infraestrutura alguma, com pouca água, o esgoto a céu aberto e o ar contaminado pelas fumaças emitidas pelas chaminés das fábricas. As epidemias letais como a tuberculose e outras tomaram conta das cidades; o que deixou os médicos e especialistas em saúde, daquela época, convencidos de que essas doenças eram causadas pelas condições climáticas: falta de sol e ar fresco.

Na metade do século XIX, surge um exemplo interessante de planejamento urbano solar- ao contrário das obras realizadas pelo Barão de Haussmann, que demoliu o centro de Paris para permitir o alargamento de ruas -, Ildefonso Cerdá concebe a “Expansão” de Barcelona, projetando a nova cidade com um plano “xadrez” em volta do centro da cidade antiga. O novo bairro é composto por ruas com 20 metros de largura, entrecortado por algumas avenidas com 50 metros de largura, contendo quarteirões medindo 113 x 113 metros, numa área territorial de 7,46 km².

O acesso solar fica evidente para todos os apartamentos da seguinte forma: o limite da altura dos edifícios a 16,00m para as ruas com 20,00m de largura (figura 10a); os eixos das ruas eram orientados a 45° das coordenadas norte-sul e leste-oeste; os blocos só poderiam ser construídos em dois lados do quarteirão, paralelos ou em forma de “L” (figura 10b), permitindo assim a criação de largos espaços no interior, com a introdução da luz solar e ar fresco aos dois lados das edificações; todos os blocos, na cidade toda, têm os seus cantos truncados, a fim de melhorar ainda mais o acesso solar; e não foi colocada a grade de rua orientada nos pontos cardeais, mas diagonal a eles (figura 10c).

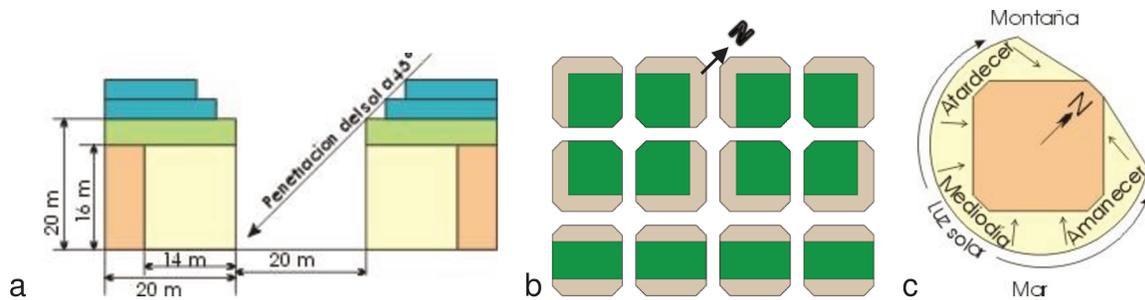


Fig. 10. a) alturas e larguras, b) Implantação dos blocos no quarteirão, c) Orientação dos quarteirões. Fonte: Decker, 2012

Com o passar do tempo, os quarteirões foram fechados com construções nos seus quatro lados, e as alturas dos edifícios foram aumentadas até quase 30,00m. Mas, como pode ser observado no diagrama da figura 10a, o acesso solar foi mantido em todos os pavimentos, com os andares superiores recuados. Desta forma, os empreendedores que procuravam lucro financeiro realmente melhoraram a densidade habitacional sem afetar negativamente o acesso solar (DECKER, 2012).

No final do século XIX, as cidades ainda sofriam com a insalubridade, e, mesmo detectando que a maioria das doenças era causada pelas águas contaminadas, algumas eram realmente aliviadas ou curadas pelo ar fresco e pelo sol, como o raquitismo, que provocava deformações ósseas em crianças, e era causado pela falta de sol, de modo tal, que os médicos começaram a promover os banhos de sol para ajudar a prevenir a doença. Destarte, a preocupação com a saúde das cidades foi marcante, e o acesso ao sol passou a orientar alguns arquitetos nas decisões dos seus projetos; os urbanistas, na concepção de suas cidades modelo; e a classe política, na elaboração de suas leis urbanísticas.

Willian Atkinson, arquiteto que no começo do século XX reformava a cidade de Boston, e conhecedor do crescimento acelerado das cidades americanas, como Chicago, Filadélfia, Nova York e outras, além das europeias, observou os problemas causados pelos traçados urbanos com altas densidades. Analisando os códigos de obras da época, reparou que a proporção da altura dos edifícios com a largura das ruas não foi bem solucionada, concluindo que “o arranha-céu beneficia-se da luz... a expensas dos edifícios mais baixos e antigos”. Tornou-se

defensor do desenho solar passivo, e por conta das limitações da legislação urbanística, conseguiu convencer as autoridades de Boston sobre a importância da garantia de acesso ao sol para todos os edifícios, bem como mudar as leis, limitando a altura das edificações.

Atkinson escreve, em 1912, o livro *The Orientation of Buildings or Planning for Sunlight*, com todo o otimismo pelo potencial solar. Sob o pressuposto de que a forma e o ordenamento urbano garantem o acesso ao sol, interessa-se pela melhor orientação das habitações; verifica diferenças de temperatura nos compartimentos orientados de forma distinta; proclama que a insolação é inquestionavelmente o primeiro requisito para a saúde dos edifícios. Além disso, expõe detalhadamente a geometria da insolação e estuda a carta solar e os diagramas de sombras; investiga a iluminação natural dos compartimentos de acordo com as suas aberturas. dedica um capítulo especial para o projeto de hospitais com considerações solares.

Em outro capítulo, Atkinson faz um estudo sobre a orientação das ruas, considerando a insolação e a luz do sol, bem como esquematiza o “gabarito” nas edificações de acordo com a largura das ruas e com a definição de um ângulo de incidência dos raios solares para garantir a insolação nas partes mais baixas dos edifícios (figura 11).

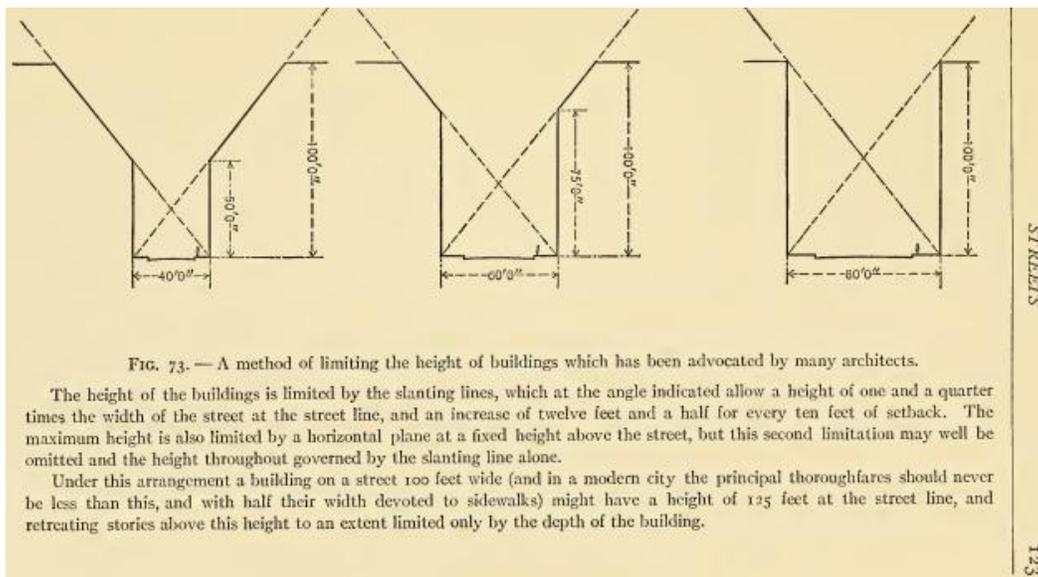


Fig. 11. Esquemas sobre a relação W/H dos edifícios e ruas. Fonte Atkinson, 1912

Mas poucos profissionais seguiram as suas ideias sobre o aproveitamento da orientação solar para obter calefação gratuitamente no inverno. Os resultados das investigações de Atkinson foram esquecidos rapidamente.

Publicada a Carta de Atenas, em 1933, o sol volta a ser considerado como uma condição preliminar para as aptidões mentais e físicas, e conseqüentemente, dá-se ênfase ao acesso solar como uma condição para melhorar a qualidade de vida nas cidades. O sol, a vegetação e o espaço são as três matérias primas do urbanismo. O planejamento urbano retoma as questões relativas à insolação dos edifícios. A Carta de Atenas, determina que é preciso exigir que os bairros habitacionais devem ocupar no espaço urbano as melhores localizações, aproveitando-se a topografia, observando-se o clima, dispondo-se da insolação mais favorável e de superfícies verdes adequadas, e exige também, um número mínimo de horas de insolação para cada moradia:

O sol é o senhor da vida. A medicina demonstrou que a tuberculose se instala onde o sol não penetra; ela exige que o 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 norte, 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 mais imperioso dever do arquiteto.

Após a crise do petróleo dos anos 1970 e com a discussão de temas como a degradação do meio ambiente e mudanças climáticas, as formas de energias renováveis passaram a ser vistas como soluções para suprir as necessidades do consumo doméstico e industrial. A energia solar se tornou pauta da agenda de vários países e se apresentou como uma fonte de energia inesgotável, de tecnologias que poderiam, em princípio, ser simples, baratas e de fácil utilização e

que poderiam também, diminuir o consumo de energias fósseis em habitações, edificações públicas e em processos industriais.

A partir dos anos 1970, pois, os primeiros programas governamentais de fomento à energia solar no mundo foram introduzidos, exatamente para reduzir a demanda e assegurar independência energética. E, com a tentativa de conscientizar as pessoas para a arquitetura “bioclimática”⁶, e, agora, a “sustentabilidade” está sendo utilizada como suporte para que questões como a insolação venham a ser consideradas nas edificações e nos espaços urbanos, para melhor aproveitar a energia solar renovável e para procurar garantir o direito ao Sol. A energia solar é percebida como uma substituição direta para a luz artificial e o calor. As tecnologias atuais não mostram, em alguns casos, durabilidade, enquanto a energia solar mostra-se como uma fonte inesgotável e gratuita, e por isso, importante para nossas vidas, portanto, o seu acesso deve-se ser protegido. Uma cidade sustentável, necessariamente, é uma cidade solar.

7.2 Legislações de acesso ao sol

A legislação que protege o acesso ao sol, apesar de ser rara, existe em alguns países. Na Europa, entre as guerras, surgiu a preocupação com a insolação como uma solução para os problemas de salubridade urbana e muitos países iniciaram as suas legislações com este fim. Em geral, a Europa é um dos mais sofisticados mercados em termos de uso das várias aplicações da energia solar. A energia solar térmica é empregada em habitações residenciais, flats e hotéis e em parte dos processos industriais. Em vários países da UE, políticas públicas oferecem vantagens financeiras para aqueles que instalam sistemas solares térmicos ou que fazem uso de energia solar térmica: ajuda financeira direta/subvenção, redução de impostos, redução ou taxa zero de juros sobre empréstimos e certificados verdes (terminologia usada na Europa, também conhecida como certificados de energia renovável nos Estados Unidos).

⁶ O termo “arquitetura bioclimática” surgiu com a publicação do livro *Design with Climate – Bioclimatic approach to architectural regionalism* escrito por Victor Olgyay em 1963.

Nos Estados Unidos da América do Norte, o conceito de acesso solar surgiu como um meio dos proprietários da terra protegerem o seu acesso ao uso da radiação solar e à luz do sol, e verificaram posteriormente que o amplo acesso ao sol beneficiaria toda a comunidade, sobretudo com a economia de energia. Em muitos dos estados e cidades americanas já existem manuais e/ou regulamentos para o planejamento do acesso solar, assim como leis que promovem tecnologias de energia solar.

O Manual para o Consumidor norte-americano (*NCLC – National Consumer Law Centre*) 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 reduzi-lo 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. O acesso desobstruído ao sol é necessário para um melhor desempenho dos sistemas de energia solar ativos e passivos, bem como a sua proteção é claramente vantajosa para os sistemas em posições associadas: telhados e paredes.

O Código Civil da Califórnia (*The Civil Code of the State of California*), por exemplo, assegura que qualquer negociação de compra e venda pode afetar a instalação ou uso de energia solar. Estabelece, também, a criação de servidões para garantir o direito de receber a luz solar. Outros estados americanos adotam, nos seus regulamentos o controle das sombras nas edificações, e fornecem diretrizes para os novos loteamentos que devem seguir a orientação solar e a topografia para seus parcelamentos, ou exigem a apresentação dos novos projetos com a projeção de sombras entre o período das 10h00 às 14h00.

Outros países da Ásia e da Oceania têm procurado estabelecer regras com relação ao planejamento urbano e projeto do edifício com a energia solar. Na

Austrália⁷, existem regulamentos para a concepção de loteamentos com garantias de acesso ao sol; e os governos municipais fornecem manuais e esclarecimentos sobre a implantação das edificações dentro dos lotes cujas dimensões devem permitir a definição de áreas *non aedificandi*, para controle do potencial de captação da energia solar.

Na Europa, foram surgindo, também, organizações para estimular o uso da energia solar, não só para aquecimento de água e ambientes, mas também para refrigeração de ambientes e conversão, pelas células fotovoltaicas, em energia elétrica; por isso da sua proteção legal.

A POLIS - Identificação e Mobilização do Potencial Solar via Estratégias Locais (POLIS, 2010) é um projeto de cooperação europeia que visa programar estratégias e políticas locais de planejamento que impulsionem o potencial solar de estruturas urbanas nas cidades desse continente. O consumo energético, como foco principal, acaba por motivar o empenho no trabalho em nível do contexto urbano, promovendo a franca integração de sistemas de produção de energia descentralizada em pequena escala. Para garantir a viabilidade de utilização de tecnologias solares em novas estruturas urbanas, são levados em consideração determinados requisitos nos instrumentos de planejamento urbano e concepção de edifícios. A forma dos edifícios e as suas superfícies são a base para a utilização da energia solar, devido à sua captação, com condições necessariamente protegidas pelas legislações urbanísticas.

O planejamento urbano com diretrizes solares, ganha, pois, espaço na Europa, e o valor e importância da energia solar ficam consignados no que concerne à concepção de edifícios e estruturas urbanas. Definiram-se programas nacionais em diferentes níveis e as ações operacionais têm-se convertido em estratégias locais para colocar em prática os respectivos objetivos de eficiência energética, qualidade do ar, da água etc.

⁷ O governo de *New South Wales* publica o *Solar Access for Lots – Guidelines for Residential Subdivision*, e municípios como o *Newcastle City Council* adotam o acesso solar para o parcelamento do solo. Disponível em *Newcastle Development Control Plan*, 2012. www.newcastle.nsw.gov.au Acesso em 04.01.2013.

Exemplo é o Projeto *Sun Cities* que contribui para a implementação de “Sistemas energéticos mais limpos, incluindo energias renováveis” no seio do programa específico para investigação e desenvolvimento tecnológico e de demonstração sobre “Energia, Ambiente e Desenvolvimento Sustentável” (POLIS, 2010, p. 36). Para incentivar o desenvolvimento dos sistemas de aquecimento solar na França, o governo francês promoveu, no período entre 2000 e 2008, além de incentivos regionais, um programa nacional, o *Plan Soleil* (Plano Sol), de estímulos financeiros, coordenado pela ADEME - *L’Agence de l’Environnement et de l’Maitrise de l’Énergie*⁸.

Na Suécia, a atual regulamentação para os edifícios (BBR) foi promulgada em 2006, e indica que os edifícios devem ser projetados de forma que o consumo energético seja reduzido por meio de estratégias que minimizem as necessidades de arrefecimento, que promovam uma utilização eficiente da eletricidade e dos equipamentos de aquecimento e resfriamento. Os requisitos para o consumo energético especificam os níveis máximos de consumo, tanto para os edifícios residenciais como para os edifícios não residenciais. A Áustria e a Grécia são dos países com maior uso per capita de aquecedores solares.

Na Espanha, há uma legislação específica para o uso de aquecimento solar em novas residências. Nos países do nordeste europeu, essa tecnologia, por lei, não serve apenas para aquecer água, mas também para fornecer mais energia para a calefação de ambientes. Outra medida útil foi a regulamentação, por lei, na Espanha, Portugal, Grécia e também em Israel, da possibilidade de se fazer empréstimos a juros baixos para facilitar o acesso de famílias de baixa renda ao crédito. O objetivo, em todos os casos, é diminuir o investimento inicial para os equipamentos e instalação do sistema, bem como o tempo de reembolso.

O uso de energia solar térmica vem crescendo graças a um conjunto de programas de incentivo para seu uso. O mercado solar térmico alemão tem se beneficiado, principalmente, dos programas de subsídios concedidos pelo

⁸ ADEME, *Publications ADEME, Editions du CHERCHE-MIDI*, 2008, 120 p.

governo, pela lei de energias renováveis para aquecimento. No Japão, assim como em outros países da Ásia, os conceitos de cidade sustentável e inteligente, com o uso de energia solar, estão sendo colocados em prática em novos projetos de bairros e de conjuntos habitacionais.

No Brasil, a legislação pouco tratou da insolação e foi praticamente omissa no direito de acesso ao Sol, talvez, pelo alto número de dias ensolarados durante o ano, pela disponibilidade de luz natural - por conta de sua latitude tropical, e até, pode-se supor, pelo excesso de radiação solar, indesejável, em certos períodos do ano em regiões muito quentes, como no nordeste, por exemplo. O certo é que a legislação sempre tratou com descaso o aproveitamento da energia solar nos projetos dos edifícios e das cidades.

No Estado de São Paulo, para definir a insolação dos compartimentos nos edifícios, ainda é adotado, pela maioria dos municípios, o Decreto Estadual nº 12.342 de 27 de setembro de 1978 – Código Sanitário do Estado, que considera “suficientemente insolados os compartimentos em prédios com altura maior do que 4,00m, os espaços livres fechados que contenham em plano horizontal a área equivalente a $H^2/4$, espaços livres abertos nas duas extremidades de largura maior a $H/6$. 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 normas locais para complementar as suas legislações.

Mas, trabalhos de alguns centros de pesquisa, como a UNICAMP, entre outros, preocupados com o conforto térmico, vêm, nos últimos anos, retomando o interesse pelo desenvolvimento de diretrizes climáticas em geral, e solares em particular, para a sua aplicação no planejamento urbano e no projeto de arquitetura. A Faculdade de Engenharia Elétrica da UNICAMP está desenvolvendo conversor para popularizar a geração de energia elétrica⁹, um sistema que deve permitir ao cidadão comum captar a energia solar e converterem energia elétrica,

⁹ Azevedo, Patrícia, Produção de energia ao alcance de todos. **Correio Popular**, Campinas, SP, 28 out. 2011, p. A10.

mas dependem ainda de legislação; as indústrias, governo e instituições se movimentam para criar leis de aproveitamento da energia solar.

O DASOL – Departamento Nacional de Aquecimento Solar (DASOL, 2012) da ABRAVA – Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento, vem nos últimos anos atuando junto a empresas, instituições, universidades, órgãos do governo, ONGs e cidadãos em busca do desenvolvimento sustentável do Brasil por meio da aplicação e utilização responsável de energia, por meio de programas e atividades acessíveis aos interessados em utilizar a energia solar, colocando o país perante o mundo, numa posição de destaque no tema Aplicação de Energia Térmica Solar.

Na última década, foram sendo aprovadas algumas leis em vários estados do Brasil, como no Rio de Janeiro, a Lei Complementar nº 47 de 01 de dezembro de 2000 que proíbe a construção residencial ou comercial na orla marítima com gabarito capaz de projetar sombra sobre o areal e/ou calçadão. O Estado de São Paulo vem adotando leis para uso da energia solar nas edificações populares. Outros estados seguem o mesmo exemplo. As leis mais comuns referem-se às obrigações solares térmicas, disposições legais que obrigam os proprietários de edifícios a instalar sistemas solares térmicos. Na maioria dos casos, são parte integrante da legislação energética nacional ou regional e são frequentemente implementadas, em nível municipal, por meio dos códigos de construção local. Por norma federal do Programa Minha Casa Minha Vida, todas as edificações são obrigadas a usar o aquecimento solar, sistema aprovado pelo INMETRO.

No entanto, as leis apresentam alguns pontos ainda indefinidos, que deverão ser examinados com maior profundidade se o uso da energia solar for adotado como alternativa viável para as edificações na cidade. Os recuos vigentes estipulados pelos códigos de edificações referem-se apenas aos limites do lote e, assim, não garantem a exposição ao sol deste e dos edifícios vizinhos. É prevista apenas a possibilidade de uma edificação nova não poder atender a lei por questões óbvias de sombreamento por obstáculos vizinhos. As leis não prevêm a

possibilidade de edificações vizinhas futuras virem a sombrear os sistemas de aquecimento solar de uma edificação existente.

Por conta da inconsistência entre as legislações locais de uso e ocupação do solo e as normas de desempenho e de recomendações bioclimáticas é aprovada em 2005, a NBR 15220, que apresenta o ZBBR – Zoneamento Bioclimático Brasileiro, que classifica as sedes dos municípios brasileiros para a melhora do desempenho térmico das edificações (disponível em: www.roriz.eng.br/download_6.html acesso em 27 mar. 2013).

Em 2007, em Belo Horizonte, foi realizada uma pesquisa pela ELETROBRAS - PROCEL e a PUC Minas - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, para avaliação de sistemas de grande porte em condomínios verticais na cidade, e concluíram que há uma necessidade de capacitação e treinamento de projetistas e instaladores de sistemas de aquecimento solar, e que a falta de controle e acompanhamento do desempenho do sistema de aquecimento solar demonstra o desconhecimento, por parte dos moradores, do estado real de funcionamento e dos benefícios proporcionados por ele. Por isso, justificam-se programas de conscientização da população quanto aos benefícios do sistema.

Em Campinas, foi inaugurada, em 27 de novembro de 2012, a primeira Usina de Energia Solar do Estado de São Paulo, pela CPFL – Companhia Paulista de Força e Luz, a Subestação Tanquinho, com 4,5 mil painéis solares fotovoltaicos que vão gerar energia para 657 domicílios. Em geral, muitos municípios do país estão aprovando leis com esse intuito.

A partir de 17 de dezembro de 2012, o brasileiro que produzir a própria energia em casa poderá reivindicar sua integração à rede elétrica comum e terá o valor da conta de luz reduzido. Esta norma da ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica aposta no mercado de energia solar para impulsionar o setor, que ainda esbarra no alto custo dos equipamentos. A expectativa é que as vendas de painéis fotovoltaicos reduzam os gastos com a sua instalação. A ideia é que, no

fim de cada mês, a soma da energia enviada para a rede seja equivalente à quantidade consumida. O valor pago na conta de luz será apenas a diferença – caso haja excedente, a energia produzida a mais será usada como crédito nos meses seguintes. Esses créditos devem ser usados em 36 meses, desta forma, períodos de muito sol fornecem créditos para serem usados em épocas de pouca geração.

A energia solar está sendo utilizada até nos aparelhos domésticos. Na Índia e Coréia foram criados fogões solares, que aproveitam o calor do sol e o convertem em energia elétrica, usando-a para cozinhar; o uso de lâmpadas solares em grande escala, inclusive para a iluminação pública; desenvolvimento da tecnologia do resfriamento solar etc. Pesquisadores japoneses criaram um tecido composto por filamentos de células fotovoltaicas na esperança de fazer roupas capazes de recarregar um telefone celular. A tecnologia também poderia ser aplicada a tapeçarias de energia de emergência. Os pesquisadores esperam que o apoio do governo japonês para desenvolver as tecnologias para o tecido os ajude a lançar os primeiros objetos feitos a partir dele, em 2015 (DASOL, 2012).

A empresa alemã Heliatek anunciou a criação de uma tecnologia inovadora: um painel solar muito fino e leve, que pode ser aplicado sobre as janelas para produzir energia elétrica. Há novas descobertas: células solares que se adaptam a qualquer superfície; o princípio, conforme contam os pesquisadores, é justamente facilitar a instalação de coleta da energia solar nas edificações. Existem células fotoelétricas transparentes no mercado desde os anos 1990, e materiais de construção revestidos com células fotoelétricas.

Inúmeros são os exemplos de realizações recentes com princípios solares nos cinco continentes, tanto nos projetos de edificações isoladas como em conjunto, utilizando o potencial para o aproveitamento da energia solar no aquecimento e resfriamento de água e ambientes, e na conversão de energia solar em energia elétrica.

8. O ENVELOPE SOLAR

O ambiente urbano construído pelo homem não tem sido tratado com as considerações que a natureza sempre ofereceu; e os mais diversos interesses, que não os bioclimáticos, têm prevalecido sobre estes; por isso, a maioria das edificações não apresentam as condições ambientais satisfatórias para a ocupação humana, com ambientes escuros, úmidos, mal insolados e muito pouco ventilados, acarretando, portanto, insalubridade. A insolação e a iluminação natural devem estar presentes nas fachadas e entre as edificações, a fim de proporcionar estas condições necessárias, tanto nos compartimentos, quanto nas áreas externas.

A orientação dos edifícios tem sido determinada, geralmente, pelo desenho da rua, e os prédios são construídos com frente para as ruas sem levar em conta a orientação do sol; as cidades, por consequência, não são direcionadas, e perdem qualidade pela ausência do planejamento urbano com diretrizes solares. Um edifício pode facilmente tirar o sol dos outros. Edifícios altos, se não forem projetados com diretrizes solares, prejudicam muito mais o acesso ao sol dos edifícios vizinhos.

Os critérios mínimos para insolação referem-se, em princípio, ao aproveitamento da energia solar com seus efeitos biológicos, bactericidas, objetivando condições saudáveis e de conforto térmico no interior das edificações, bem como o aproveitamento da energia solar, nas partes externas, para sistemas de aquecimento e de conversão. O potencial de uso de energia solar deve ser também considerado tendo em vista que cerca de 70% do tecido urbano é constituído por edifícios residenciais (ASSIS et al. 2007).

Para garantir estas condições mínimas de insolação e de acesso à energia solar, é que são desenvolvidos os conceitos do envelope solar. Ao final, todos, igualmente, devem beneficiar-se dos recursos que o sol oferece.

O envelope solar (ES) 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 e BERRY, 1980). Tem como proposta inicial e fundamental para a sua geração a garantia de insolação nos períodos de funcionamento da edificação, é considerada uma alternativa de estratégia para o desenvolvimento de projetos para edificações que possam receber uma boa insolação e iluminação natural. A arborização, igualmente, deve estar inserida dentro do volume do envelope solar, de forma a garantir o acesso ao sol das edificações vizinhas.

O tamanho e a forma do ES 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 ES “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”.

O ES, quando gerado sobre um terreno, observada a latitude do lugar, e a trajetória aparente do sol por mês, dia e hora, adota um volume resultante da junção das linhas imaginárias que se formam desde as esquinas do terreno, em cujo interior podem ser edificadas construções que não projetem sombras indesejáveis sobre seus vizinhos, e garantam o acesso ao sol para o uso de sistemas passivos e ativos de energia solar. Desta forma, o ES assegura o acesso solar às propriedades ao redor, limitando o tamanho dos edifícios. Este método permite aos arquitetos projetar com as devidas considerações solares, despreocupados com as futuras construções da vizinhança.

O conceito de ES, como suporte para a arquitetura e o desenho urbano, começou a ser desenvolvido na *University of Southern California (USC)*, pelo professor Ralph L. Knowles, no período de 1969 a 1971. Em 1976, o Departamento de Planejamento da cidade de Los Angeles participa de um seminário que introduz o envelope solar como política pública de zoneamento; os resultados desse encontro são publicados por Knowles no artigo *Solar Energy, Building and the Law*, no *Journal of Architectural Education* em 1977. Em seguida, o conceito do ES foi testado como um mecanismo de zoneamento simples e, em

conjunto com Richard D. Berry, são considerados os critérios de acesso ao sol para a sua aplicação.

De acordo com Assis (2000, p. 166), Knowles e Berry vinculam os critérios ao zoneamento urbano, definindo perfis diferentes de insolação para áreas residenciais e comerciais. O período de insolação desejável para as áreas comerciais foi definido como aquele que promove o máximo ganho potencial de calor no solstício de inverno, enquanto diminui o ganho no verão. Pelo tempo de insolação, que gera o volume e a altura do ES, é possível determinar zonas mais ou menos adensadas, de tal forma que pode ser utilizado como um dispositivo para o zoneamento urbano.

Pela geometria resultante da geração do ES, bem diversificada de acordo com os parâmetros definidores de sua volumetria e altura, as edificações produzidas dentro do ES serão muito diferentes, enriquecendo a paisagem urbana. Comparativamente ao resultado geométrico dos edifícios decorrentes das legislações urbanísticas atuais, em forma de caixas, o ES, pelos movimentos diários e sazonais do sol, criará edificações muito mais diferenciadas. Tanto o edifício isolado, quanto um conjunto de edifícios, ou o quarteirão e o bairro, terão formas muito diversas e se relacionarão harmonicamente com outras edificações, com o relevo do terreno e com o clima da região, propiciando ambientes urbanos com qualidade ambiental, e, portanto, uma cidade mais sustentável.

A proteção do acesso ao sol em função da insolação necessária para propósitos de conversão da energia pode ser definida em função, exatamente, dos modos de conversão que se quer privilegiar num ambiente urbano, o que também é resultado de decisão da comunidade, ou seja, de uma decisão política. Knowles (1980) classifica três modos de conversão de energia que descrevem as relações entre o potencial de desenvolvimento urbano e o uso do solo local, o acesso ao sol e a própria conversão de energia: a proteção apenas das coberturas das edificações; a proteção de todo o edifício e a proteção de todo o lote, ao nível do solo.

8.1. Tipos de ES

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

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.

Mas, também são considerados, por outros autores, como 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*, tipos diferentes, e definem dois (SHAVIV e CAPELUTO, 2001):

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 dado período do ano. Este modelo pode tratar qualquer geometria em qualquer terreno, inclusive nos inclinados (figura 12a).

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 12b).

É definido, também, o **Volume Solar** como um 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 (figura 12c).

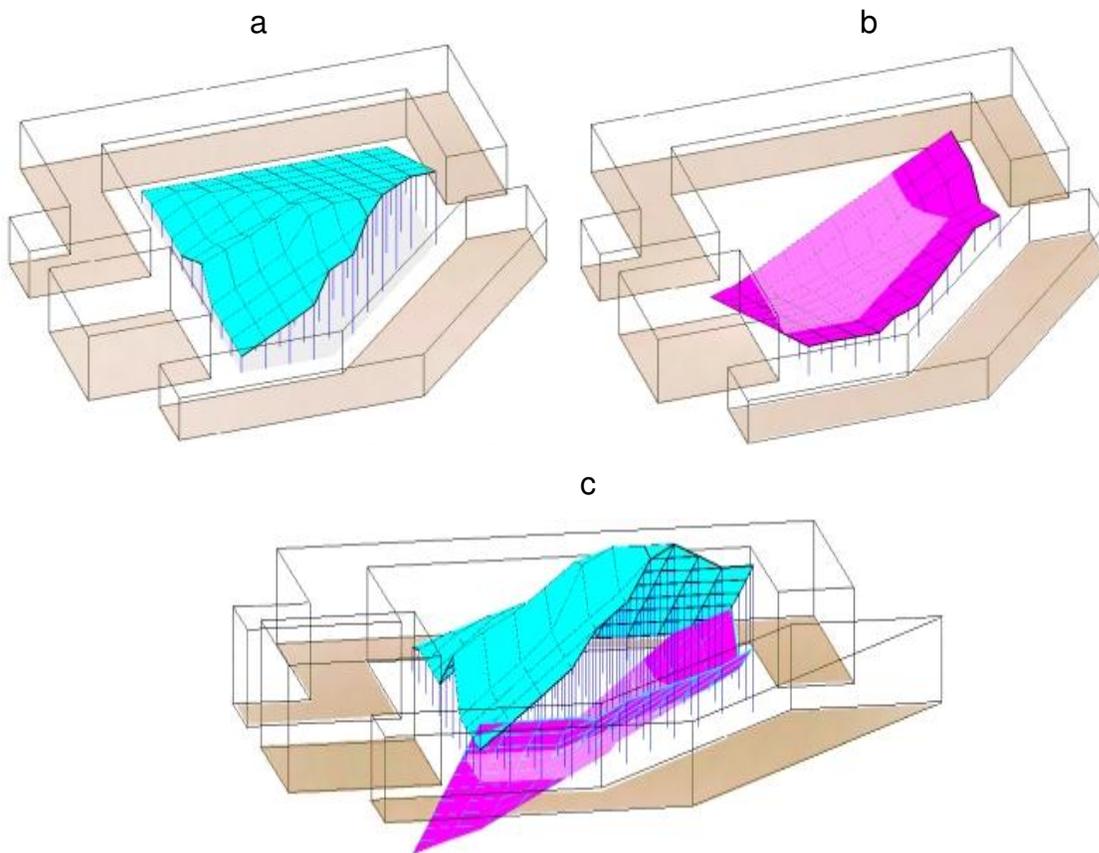


Fig. 12. a) SER - Envelope de Direito Solar, b) SCE – Envelope solar Coletor e c) Volume solar. Fonte: Shaviv e Capeluto, 2001. Adaptado por Daniel B. Perez, 2006.

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.

Outro conceito surge na Europa e foi utilizado em norma britânica de iluminação natural na década de 1960. É o envelope de iluminação que, posteriormente, Brown e Dekay (2004, p. 133), assim o definem:

O **envelope de iluminação**, que 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. Como ferramenta de planejamento urbano, o envelope de iluminação tenderá a produzir edificações voltadas para a rua, com alta taxa de ocupação.

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. Criam uma tabela que indica uma regra da relação de ângulos de espaçamento para diferentes latitudes, e que mostra a porcentagem de horas anuais entre 9h00 e 17h00, na qual o nível de luz do dia de 215 lux seja obtido ou excedido, com três ângulos: baixos para ruas largas com edifícios baixos de pequenas janelas, com paredes de baixa refletância; médios, associados a janelas de porte médio e paredes claras, com refletância mais elevada; e altos, para ruas estreitas com edifícios altos, com amplas janelas e paredes de alta refletância, com cores muito claras. Com a definição da relação H/W , o envelope de iluminação pode ser gerado, estabelecendo a largura e altura 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 e completando o traçado das outras ruas, fecha-se o desenho, obtendo-se uma pirâmide truncada, como na figura 13.

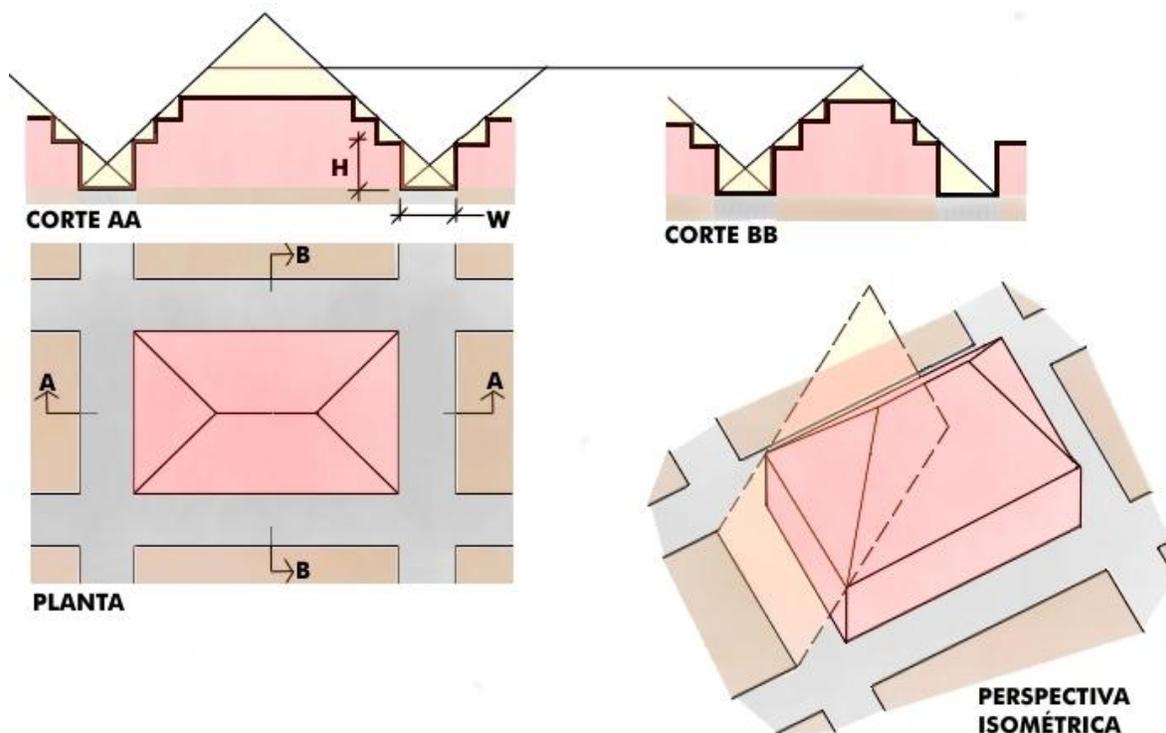


Fig. 13. Envelope de iluminação. Fonte Brown e Dekay, 2004. Adaptado por Daniel B. Perez, 2006

Há uma diferença importante entre os envelopes solares e o de iluminação: enquanto os primeiros levam em conta a incidência direta dos raios solares e são determinados pelos ângulos solares, o envelope de iluminação garante o acesso à luz natural proveniente da abóbada celeste. Num cenário urbano, cada vez que se aumenta a parede de uma rua, diminuem os níveis de iluminação natural. A iluminação natural vai depender da relação altura do edifício e largura da rua, bem como da refletividade das paredes externas e da quantidade de envidraçamento das paredes.

8.2 Geração do envelope solar

O envelope solar é uma construção de espaço e tempo. É definido, portanto, pela passagem do tempo; e os dados deste tempo são fornecidos pela trajetória aparente do sol percorrida durante o dia, do leste, pela manhã, até o oeste, pela tarde, conforme latitude e carta solar local; e pelo movimento sazonal, de verão a inverno, durante o ano. Da integração destes limites é que se forma o volume do envelope solar (figura 14).

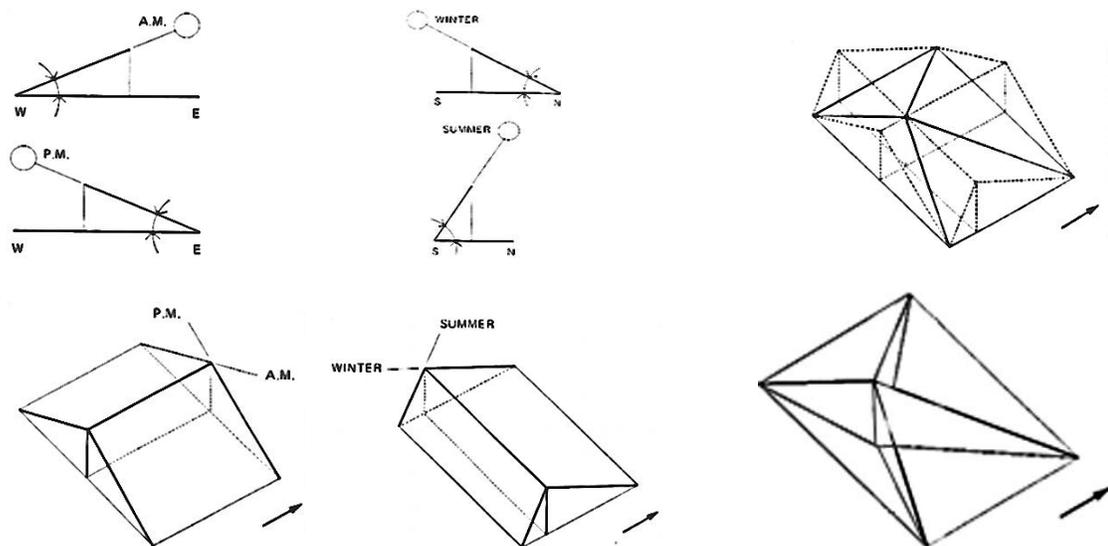


Fig. 14. Geração do ES: por dia, ano e resultado da integração. Fonte: Knowles, 1981.

Para a geração do ES existem diversas variantes: latitude, orientação, tamanho do lote, período de insolação desejado e afastamentos entre as

edificações. Entretanto, a conceituação do envelope solar deve, além de considerar os períodos de acessibilidade solar, principalmente, em regiões tropicais e de clima quente, os períodos de sombreamento.

As características mais importantes que configuram o ES são:

A **latitude** afeta a altura e, conseqüentemente, o volume: à medida que a latitude aumenta, a altura do envelope é reduzida; desta forma, o volume do ES aumenta quanto mais próximo estiver da linha do Equador; e, de forma contrária, o seu volume diminui quanto mais próximo estiver dos polos norte e sul.

O **tamanho**: sítios de tamanhos diferentes, mas de proporções semelhantes, terão ESs de tamanhos diferentes, mas com proporções semelhantes, também. O aumento do tamanho do ES vai reduzir a sua relação superfície/volume.

A **forma**: qualquer alteração na forma do local vai alterar o volume e a forma do ES, mesmo quando as restrições de tempo forem iguais.

A **inclinação**: a inclinação do terreno afeta a altura e a forma do ES; quando a declividade é para o norte, no hemisfério sul, o ES tende a ser maior do que quando a declividade é para o sul; já quando as declividades são para leste ou oeste, a forma do ES é quase a mesma.

A **orientação**: qualquer alteração no ângulo em relação aos pontos cardeais irá alterar a altura e a forma do ES. Quando um terreno tem a sua orientação ao longo do eixo leste-oeste, o ES se apresenta maior do que quando o terreno tem a orientação no eixo norte-sul.

Há outros parâmetros que vão influenciar o tamanho e a forma do ES, e dependem da relação dos espaços privados e públicos:

Os **recuos**: que são as distâncias do alinhamento do terreno aos limites da edificação, assim como os afastamentos (distâncias das divisas até a edificação

ou entre edificações). O limite das sombras poderá ser definido, considerando o próprio recuo, ou o recuo do vizinho ao lado, ou do outro lado da rua.

Os **muros** ou **cercas**: da mesma forma que os recuos definem valores horizontais, os muros ou cercas definem valores para os limites verticais, de acordo com os direitos de privacidade, estabelecidos na legislação para o quarteirão, ou para o bairro.

As **ruas**: constituem o espaço público, e o alinhamento do lote designa a fronteira entre este espaço público e o privativo. Na geração do ES, a rua pode ser incluída, ou não; vai depender da necessidade ou não de a rua precisar do acesso ao sol. Em climas muito quentes, por exemplo, é interessante sombrear as ruas; já em climas frios, não.

A **orientação das ruas**: há diferenças importantes entre um traçado na orientação dos pontos cardeais e outro a 45°. Knowles (1981) faz um comparativo entre estas orientações e observa que, no primeiro caso, no inverno, as ruas do eixo leste-oeste são escuras e frias, pois estão sombreadas todo o dia, enquanto as do eixo norte-sul estão iluminadas e aquecidas ao meio dia, portanto mais agradáveis; já no verão é diferente, as ruas com sentido leste-oeste ficam ensolaradas todo o dia, com poucas sombras ao meio dia, e as ruas com orientação norte-sul são um pouco sombreadas no início da manhã e no final da tarde. Ou seja: as ruas leste-oeste são frias e escuras no inverno e excessivamente claras e quentes no verão, enquanto as ruas na orientação norte-sul são agradáveis no inverno, mas necessitam de mais sombras no verão (figura 15a). É demonstrado que o ES sobre um lote orientado na posição dos pontos cardeais é mais alto, contém mais volume, portanto tem maior potencial construtivo e atinge maiores densidades.

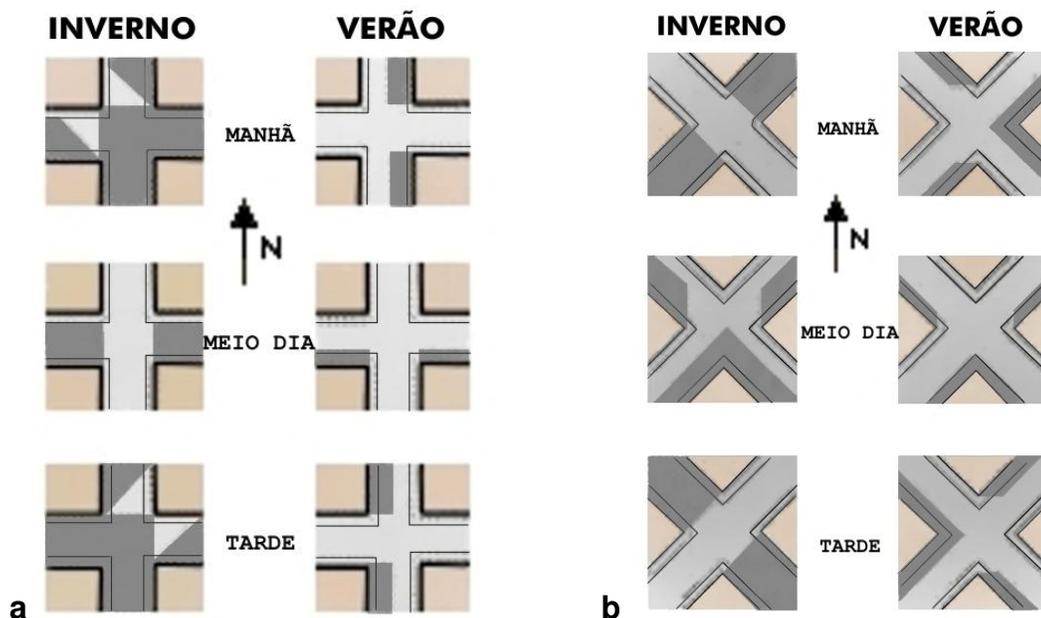


Fig. 15. a) Sombras no cruzamento de ruas orientação norte-sul e b) Sombras no cruzamento de ruas orientadas a 45° do norte Fonte: Knowles (1981) adaptado por Daniel B. Perez, 2006.

No traçado a 45° durante o inverno, cada rua recebe os raios solares das 9h00 às 15h00, as seis horas de maior radiação, e ao meio dia todas as ruas são levemente sombreadas, recebendo radiação. Durante o inverno, cada rua recebe o calor e a luz do sol por algum tempo, e no verão, as ruas recebem, nas suas calçadas, sombras na maior parte do dia (figura 15b). A orientação das ruas, portanto, é importante no projeto urbano, pois se relaciona com a legibilidade da cidade (KNOWLES, 1981).

Nas cidades, em geral, as edificações são construídas com frente para as ruas. Se uma rua está na direção leste-oeste, as edificações do lado sul, na orientação equatorial sul, terão exposição ao sol, enquanto as fachadas das edificações localizadas no lado norte da rua (viradas para o sul) não receberão os raios solares, mas apenas as fachadas do fundo estarão expostas ao sol. Dependendo da latitude, se a rua está na orientação norte-sul, as fachadas das edificações estarão voltadas para o leste e para oeste, recebendo sol, ou no período da manhã, ou da tarde; ficam prejudicadas por não terem o acesso ao sol durante os dois períodos. Este problema pode ser resolvido da forma como faziam os antigos gregos: abrindo pátios e travessas dentro dos lotes para obter o acesso ao sol.

8.3 Técnicas para geração

Há algumas formas de gerar um envelope solar: uma delas refere-se ao processo dos ângulos de obstrução verticais, 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 intersecção determina o volume do envelope solar, no qual a insolação e iluminação natural possam ser definidas e protegidas de obstruções (figura 16).

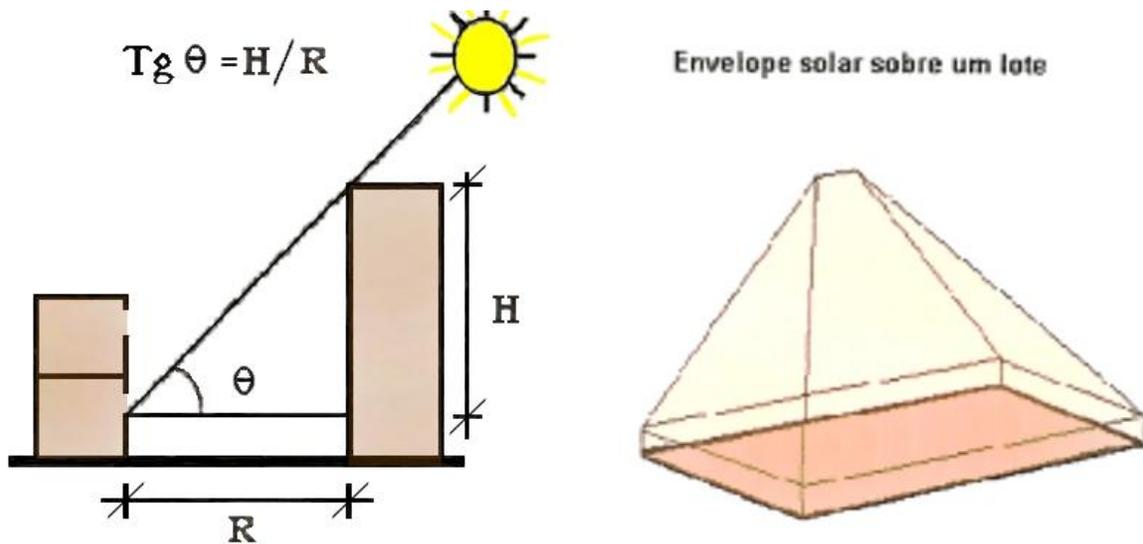


Fig. 16. Construção do ES. Ângulos de obstrução. Fonte: Assis, 2000, adaptado por Daniel B. Perez, 2006.

De acordo com Pereira et al. (2001), a definição dos ângulos de obstrução utilizados em cada orientação é feita a partir de alguns critérios preliminares, por exemplo, o período diário de insolação durante o inverno. A conjugação de ângulos de obstrução obtidos para todas as divisas da área a ser projetada define um conjunto de limites geométricos que vai determinar o volume do ES.

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 17 (trajetória solar representada para a orientação equatorial 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 projeções em épura sobre os planos horizontal e vertical do desenho arquitetônico (ASSIS, 2000).

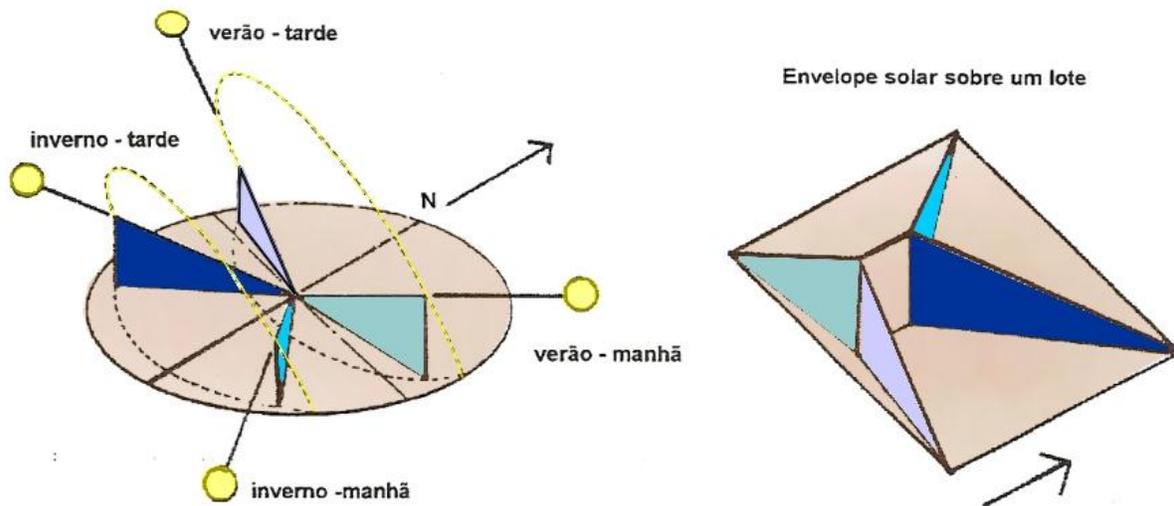


Fig. 17. Construção do ES. Ângulos de altura solar. Fonte: Assis, 2000, adaptado por Daniel B. Perez, 2006.

Brown e Dekay (2004, p. 112) ensinam: para gerar um ES para um local hipotético no hemisfério norte, na latitude 40°N , que permita acesso solar aos vizinhos entre as 9h00 e 15h00, durante todo o ano, deve-se selecionar o mês no qual o sol está mais baixo (Dezembro no HN) para determinar a inclinação da parte norte do envelope, bem como o mês no qual o sol está mais alto (Junho no HN) para determinar a inclinação da parte sul do envelope. As posições do sol às 9h00 e às 15h00, nos dias 21 de dezembro e 21 de junho definem o máximo volume do ES. Nestes horários, a posição do sol segue: para 21 de dezembro, às 9h00 e às 15h00: ângulo de altura solar 14° , e azimute $\pm 42^{\circ}$; e, para 21 de junho, às 9h00 e às 15h00: ângulo de altura solar 49° , azimute $\pm 80^{\circ}$. Na latitude 40°S , ocorre o inverso. A figura 18 mostra como é gerado o ES:

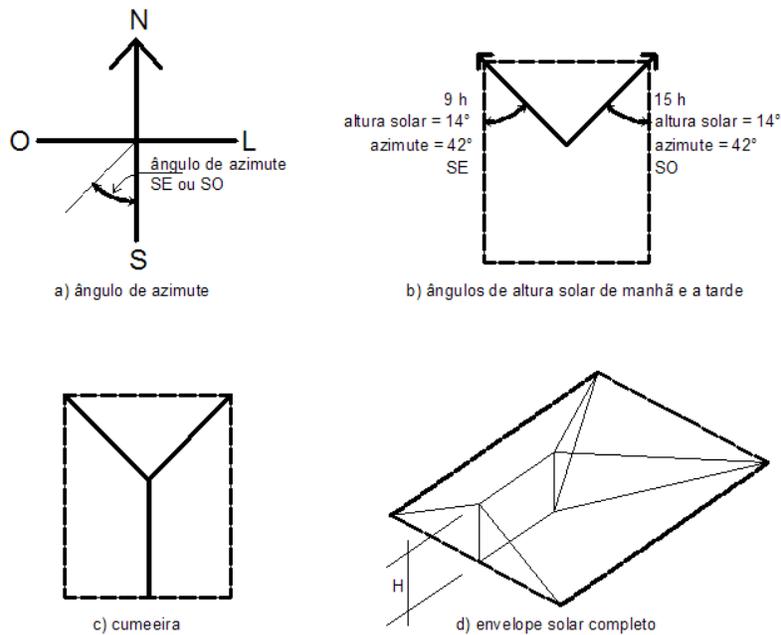


Fig. 18. Geração do ES. Fonte; Brown e Dekay, 2004. Adaptado por D. Perez, 2007

A linha diagonal para a esquina noroeste é definida pelo ângulo do sol às 9h00; a diagonal para a esquina nordeste é definida pelo ângulo às 15h00. As intersecções das diagonais da manhã e da tarde formam o extremo da 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. A cumeeira estará a uma altura dada pela altura das diagonais do verão, que é mais baixa, e define a altura máxima do edifício em qualquer ponto desse local não se sombreadá qualquer área vizinha das 9h00 às 15h00 de 21 de dezembro a 21 de junho.

A figura 19 apresenta o exemplo da construção de envelopes solares e das edificações inseridas nos seus volumes, mostrando também as sombras das edificações em certo período do dia. Foi usado o ambiente 3D studio max8 para desenhar o terreno, as edificações e os envelopes solares. Colocando a implantação geral na posição certa em relação ao norte, foi utilizado o comando *Sunlight* para, com a introdução dos dados de latitude, longitude, mês, dia e hora, obter os azimutes e alturas solares que serviram para “construir” os envelopes solares. Com a maquete eletrônica e o uso deste comando, foi possível analisar as sombras em diversos horários.

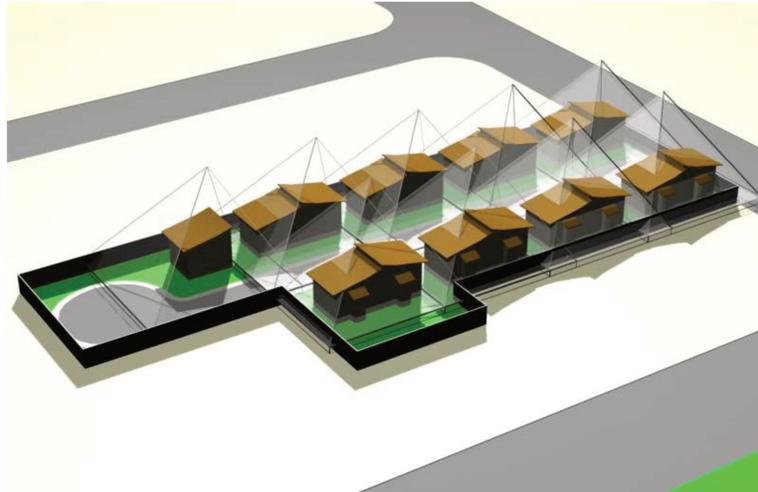


Fig. 19. Envelopes solares e edificações. Fonte: Castro Perez (2007)

Outra forma utilizada, em ambiente Google *SketchUp*, seguindo os mesmos princípios: são preparadas as bases para 21 de junho às 10h00 e às 14h00, e para 21 de dezembro nos mesmos horários; em seguida, são colocados os azimutes: 36° para 21 de junho e 97° para 21 de dezembro; altura solar de 34° para 21 de junho e de 62° para 21 de dezembro; são levantados, então, os planos sobre a área considerada e, assim, obtemos o volume do ES (figura 20). Depois, usando os comandos de insolação do *SketchUp*, são aplicadas as sombras nos períodos desejados. Os resultados podem ser vistos na implantação e vista 3D das figuras 21 e 22.

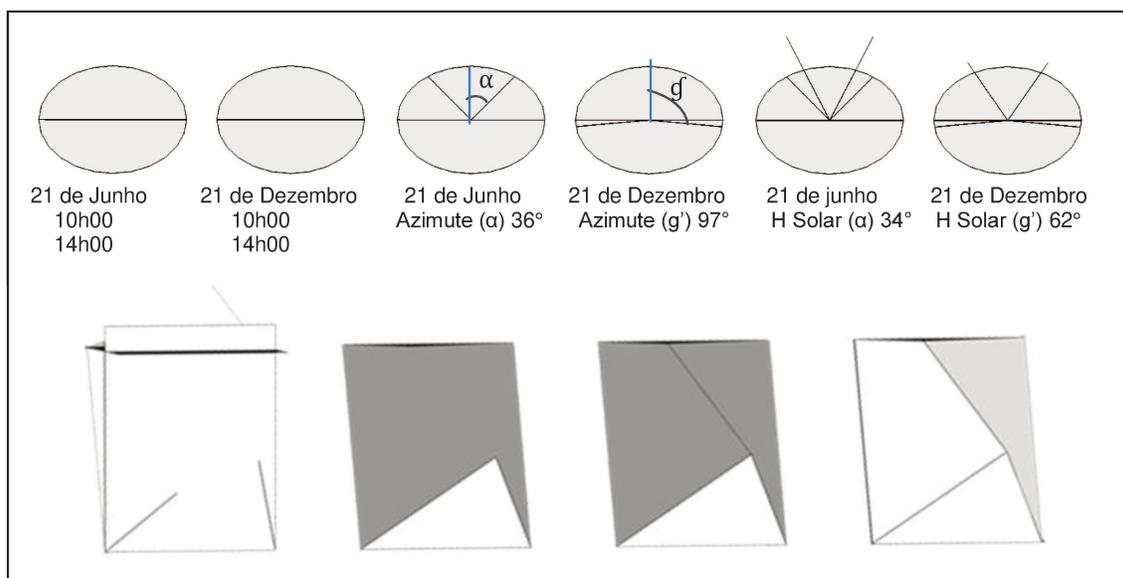


Fig. 20. Método pelo software *SketchUp* para gerar o ES.

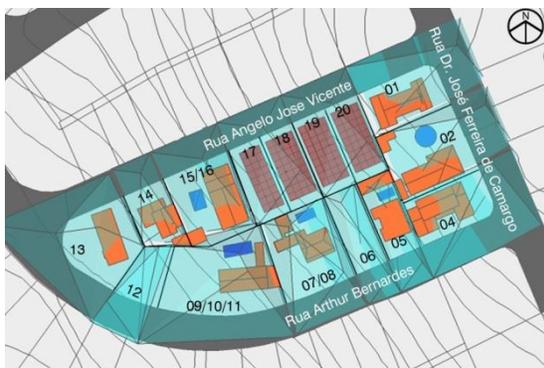


Fig. 21. Implantação com ES no SketchUp

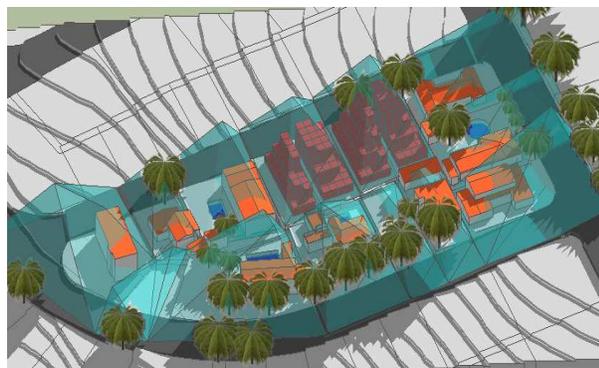


Fig. 22. Vista 3D. ES e sombras no SketchUp

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 quanto o sombreamento solares”. Shaviv (1975) propôs um modelo computadorizado para o projeto de para-sóis externos fixos; Arumi (1979) desenvolveu um modelo computadorizado que permitia 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 habitacional 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 o *Solvelope*, 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.

Shaviv e Capeluto (1997) desenvolveram um modelo chamado *SUSTARC – Sustainable Architecture*, para projetos de malhas urbanas com considerações de direito de acesso ao sol; este modelo permite a geração e avaliação das configurações de um edifício, preservando os direitos de acesso ao sol para os edifícios vizinhos e para os espaços abertos entre eles; também, considera outras questões do projeto ambiental, que incluem, além da radiação solar, ventos predominantes, energia necessária para o transporte e produção de materiais.

Shaviv, Capeluto e Yezioro investigam diversos métodos, entre eles, o *SHADING* - para sombreamento - ferramenta que analisa todo o projeto com considerações de direitos de acesso ao sol e exigências de sombreamento entre edifícios e outros objetos, como árvores, podendo, inclusive, fazer avaliações exatas do sombreamento em todas as janelas, interna e externamente.

A equipe LEMA – *Laboratory of Architectural Methodology* da Universidade de Liege, Bélgica, desenvolve um software denominado *TOWNSCOPE*, de autoria dos professores Sleiman Azar, Jacques Teller e Veronica Cremasco, dedicado às ações de pesquisa do planejamento urbano para melhorar o acesso solar, a iluminação natural e também a refrigeração passiva. O software faz importação de dados a partir de sistemas CAD e calcula os principais ganhos solares, conforto térmico e propriedades perceptivas de espaços urbanos abertos. A equipe presta serviços para escritórios de arquitetura e projetos ambientais responsáveis pela avaliação de impactos de novos empreendimentos sobre o microclima urbano, paisagem e energia.

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 o 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.

Aqui, entende-se desempenho energético como dependente da geometria urbana, do projeto do edifício, do sistema de climatização e do comportamento dos ocupantes. A geometria urbana relaciona-se principalmente com a disponibilidade da luz do sol e da iluminação natural nas fachadas dos edifícios, e afeta também o microclima urbano. O impacto do sombreamento em edifícios é

importante para o consumo de energia, na medida em que, se as fachadas sul com orientação equatorial 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. Grandes áreas urbanas podem ser analisadas pelo DEM. Steemers (2003) e colegas trabalham o relacionamento entre o microclima 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.

Morello e Ratti (2009), preocupados com o ES, já que este é definido por números discretos de horas de sol¹⁰, ou de sombra, e visto que não leva em consideração os níveis reais da radiação e da iluminação, utilizam os DEMs e introduzem o conceito dos envelopes geométricos tridimensionais de superfícies **iso-solares**, que recebem quantidades iguais de energia solar, como um meio eficaz para quantificar a irradiação urbana e a iluminação, porque, argumentam, uma hora de sol ao meio dia tem efeitos diferentes de uma hora de sol no alvorecer. Acreditam os autores que as superfícies iso-solares podem melhorar o ES, mexendo o foco, do ponto de vista qualitativo, para parâmetros mais quantificáveis (irradiação e iluminação solar), assim, uma nova estética na arquitetura pode ser viável, com base no movimento solar, a fim de melhorar e de reequilibrar a qualidade de vida dentro dos edifícios e no ambiente urbano.

A *Solar Bounding Box (SBB)*, conceituada por Raboudi, Belkaid e Saci (2012), é um volume ideal que contempla tanto os regulamentos definidos por legislação municipal, quanto os estabelecidos pelo ES. Os regulamentos urbanos resultam numa *Authorized Bounding Box (ABB)*, e com a introdução das regras do ES, que são o tempo de insolação e as divisas, propõem-se organizá-las pela forma de intervenção: domínio público (ruas, praças, parques etc.); o domínio de vizinhança (altura e espaçamento entre edificações) e o domínio privado.

¹⁰ O período é determinado tendo em vista o valor global da radiação solar naquele período e suas aplicações.

O ECOTECT, software desenvolvido por Andrew Marsh, na Austrália, permite a simulação de conforto térmico, acústico e luminoso para ambientes, com visualização em três dimensões. Para o módulo de geometria solar, fornecendo dados de latitude, longitude, mês, dia e hora, é possível verificar o sombreamento dos edifícios no seu entorno. Possui comando para análise dos direitos ao sol e à iluminação a fim de garantir, mediante a concepção do volume das edificações, que estas não impeçam que os outros edifícios vizinhos tenham esses direitos. A figura 23 mostra uma janela do comando ES, e as figuras 24 e 25, o ES gerado, e os edifícios e a radiação externa ao ES nas fachadas dos edifícios.

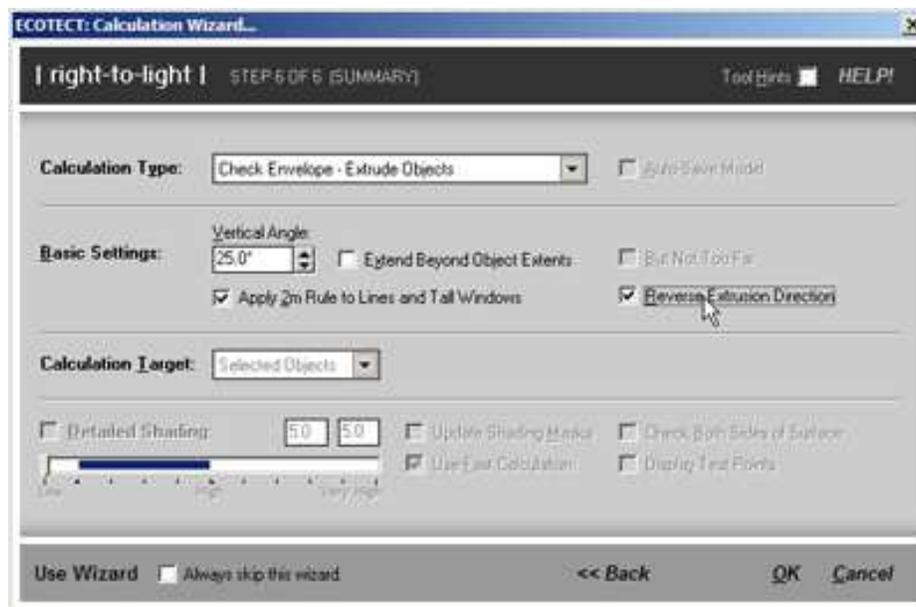


Fig. 23. Janela para análise de direitos à iluminação – Ecotect

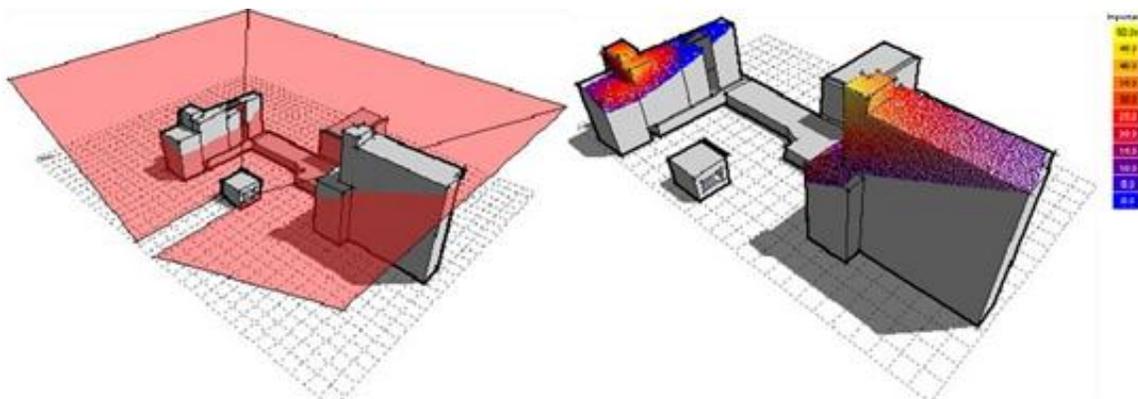


Fig. 24 e Fig. 25. ES gerado e demonstrativo gráfico da variação energética nos edifícios. Fonte: Ecotect, 2012

Num trabalho recente, Niemasz, Sargent e Reinhart (2011) publicam um estudo sobre o desenvolvimento de um componente para o Rhinoceros-Grasshopper, baseado em plantas de ruas, relevo do terreno, na latitude do local, e no tempo de acesso solar exigido, que gera o ES automaticamente, com o objetivo de aumentar as densidades e a altura das edificações. Acreditam que os métodos anteriores de geração do ES poderiam ter retardado a sua aplicação, pela dificuldade apresentada com tantas variáveis, pois falham na escala da cidade devido à sua complexidade. No entanto, com a utilização deste aplicativo nos ambientes tridimensionais, que permitem a execução do ES isoladamente sobre um lote, ou sobre um conjunto de lotes e rapidamente o ES será adotado com facilidade para o zoneamento solar urbano, a fim de avaliar novos potenciais construtivos, novas densidades e gabaritos, recuos e afastamentos entre edifícios.

No Brasil, Pereira e Nome Silva (1997) divulgam uma “proposta sistemática do uso do envelope solar em planejamento urbano como forma de controle de ocupação do solo urbano em função da insolação”. Eles cruzam informações de um envelope solar com a situação do plano diretor e outras condicionantes da cidade de Florianópolis, SC, para possibilitar a sua aplicação em distintas situações urbanas.

Grazziotin, Freitas, Turkienicz e Sclovsky (2002), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, investigam o envelope solar e suas aplicações no planejamento urbano, e desenvolvem técnicas na simulação de ambientes urbanos, considerando o acesso solar para melhorar a qualidade das edificações no conforto térmico e na iluminação natural. De acordo com os autores, é possível simular uma cidade desejada de acordo com os regulamentos urbanos. 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.

Com o modelo Blocmagic do Cityzoom, os autores verificaram o potencial construtivo em lotes urbanos com base na legislação, e com ele podemos gerar conjuntos de edifícios nos mais diferentes cenários urbanos, aplicando-se os

regulamentos urbanos na geometria do lote. Os resultados podem ser visualizados por meios quantitativos e qualitativos. O Cityzoom, como uma ferramenta de avaliação dos impactos da legislação urbanística, contribui junto aos governantes e planejadores urbanos para ajustar seus regulamentos de forma a aprimorá-los.

Grazziotin et al. (2004) afirmam 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.), constituem ferramentas de planejamento usadas para controlar e/ou estimular mudanças na estrutura urbana, no sentido de 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 infraestrutura, consumo de energia, drenagem urbana etc.

É possível antecipar o provável resultado dos diferentes regulamentos urbanos e escolher o melhor conjunto de regras e parâmetros a fim de alcançar objetivos ambientais desejados (GRAZZIOTIN et al, 2004). O ambiente Cityzoom pode ser visto nas figuras 26a e 26b.

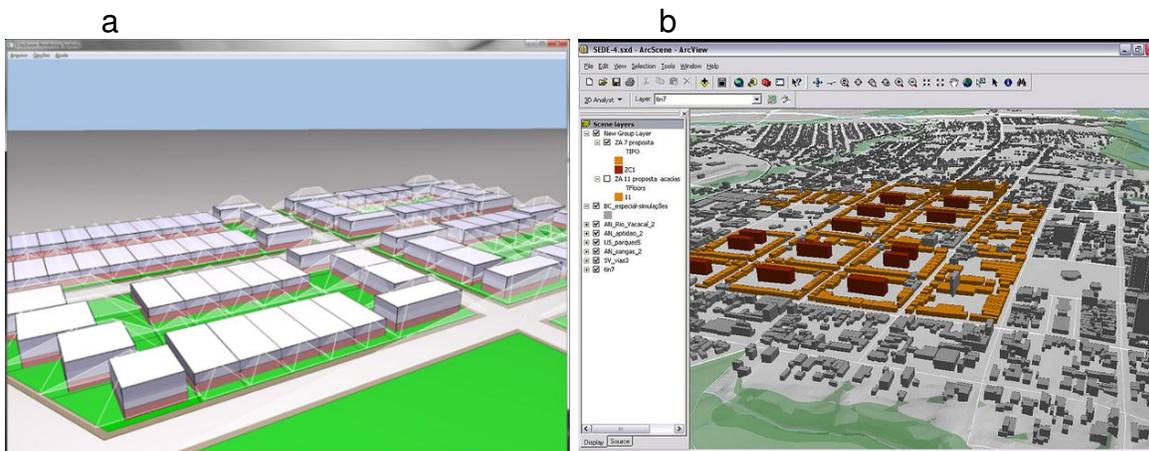


Fig. 26. a) ES no ambiente Cityzoom,

b) Vista 3D do modelo exportado. Fonte: Cityzoom. 2011.

O Cityzoom, como uma ferramenta muito útil nos processos de planejamento tem sido utilizado no Brasil e no exterior em sessões técnicas de planejamento e em sessões de decisão sobre a legislação urbanística junto aos

conselhos municipais. Trabalhos foram desenvolvidos em diversos municípios de Rio Grande do sul, como Porto Alegre, Farroupilha, Santa Clara do Sul (figura 27a), São Gabriel (figura 27b) e outros com o uso do Cityzoom na simulação de propostas para os seus planos diretores.

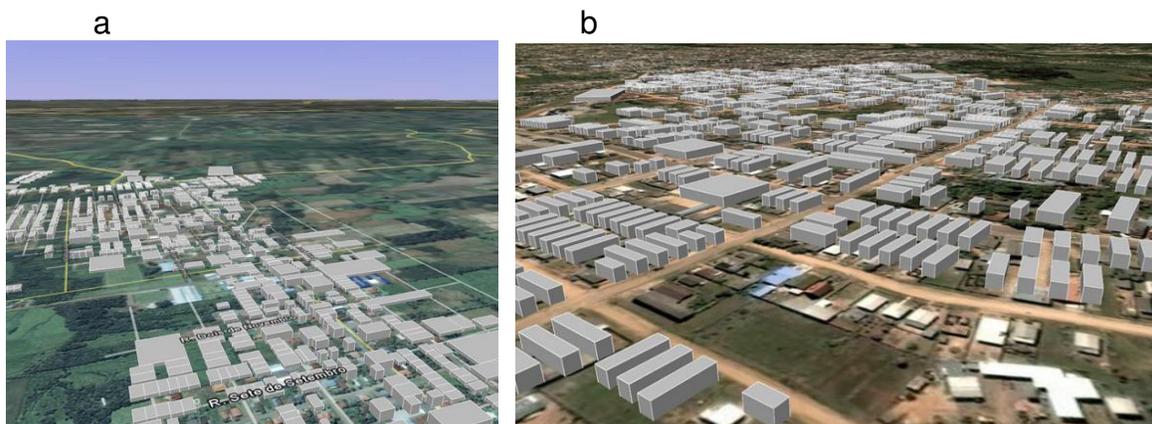


Fig. 27 a) Proposta para o PD de Santa Clara do Sul, RS e b) Estudo de PD de São Gabriel, RS. Fonte: Cityzoom, 2011

Souza, Lins e Bins Ely (2010) utilizam o ambiente simulador do Cityzoom para averiguar os índices estabelecidos pelo plano diretor de Florianópolis (taxa de ocupação, índice de aproveitamento, gabarito, afastamento e recuos) em duas diferentes tipologias de malhas urbanas – uma de desenho ortogonal e outra radio-concêntrica – a fim de apontar qual apresenta melhor aproveitamento do potencial energético solar e se estes índices se encaixam no envelope solar.

Alegam os autores que a legislação de Florianópolis estabelece, para o cenário ortogonal, edifícios com até 12 pavimentos, índice de aproveitamento 2,3 e taxa de ocupação de 25%. Aplicando a ferramenta ES e os parâmetros de ângulos de obstrução, verificaram que os índices adotados não eram os mais adequados para garantir o acesso ao sol às edificações, pois estas extrapolam os limites dos ESs (figuras 28a e 28b). Para adequar a malha urbana e as edificações à volumetria do ES, foi proposta uma solução que alterou os índices do plano diretor: utilizando um índice de aproveitamento de 3,2 (muito maior potencial construtivo), uma taxa de ocupação de 80% na base e de 29% na torre, temos, como resultado, edifícios com no máximo 5 pavimentos (figuras 29a e 29b).

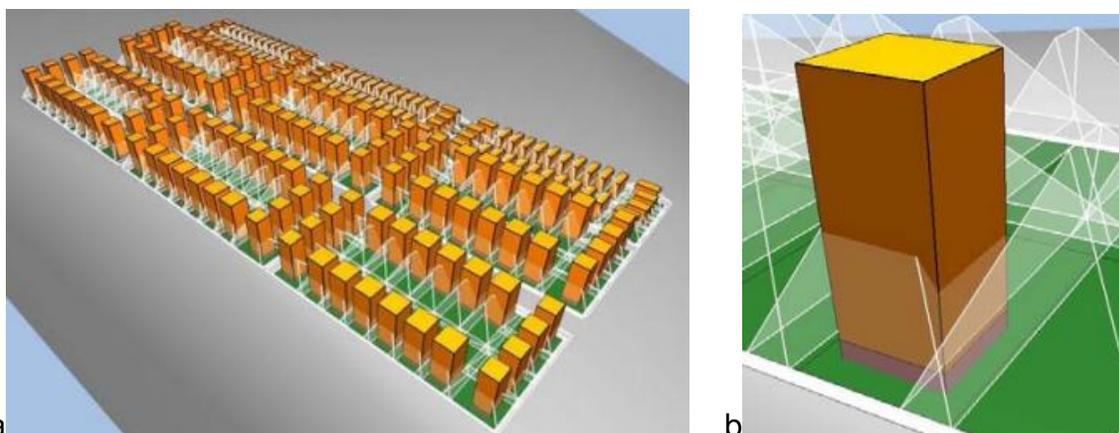


Fig. 28. a) Aplicação do ES na malha ortogonal, e b) visualização do lote. Fonte: Souza, Lins e Bins Ely (2010)

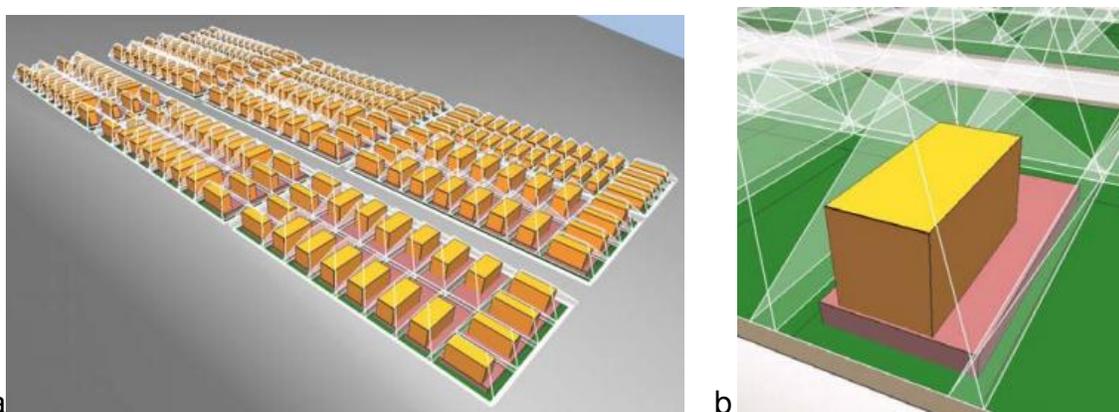


Fig. 29. a) Aplicação do ES nas novas condições, e b) visualização no lote. Fonte: Souza, Lins e Bins Ely (2010)

Pelas simulações efetuadas, observou-se que os índices utilizados do plano diretor de Florianópolis não são eficientes para um melhor aproveitamento do potencial energético solar. A partir dos resultados expostos, concluiu-se que não é possível definir qual tipologia de malha pode proporcionar melhor desempenho que vise um melhor aproveitamento energético. As observações relacionadas à insolação demonstraram que, nas distintas malhas urbanas, não é o desenho do traçado que interfere diretamente na exposição dos edifícios ao sol, mas sim os índices do plano diretor; portanto, de acordo com Souza, Lins e Bins Ely (2010), é importante considerar, no planejamento, as condições do sítio natural, para que, pelo plano diretor, possam ser traçadas estratégias que aproveitem as potencialidades locais para maximizar a economia de energia nas edificações, e, desta forma, ter um desenho urbano mais sustentável.

9. TEMPO DE INSOLAÇÃO

A forma do ES é definida pelo período desejado de insolação mais vantajoso no verão e no inverno; a sua escolha vai depender de uma série de variáveis correlacionadas, tanto para a arquitetura quanto para o planejamento urbano. O tempo é decidido, inicialmente, pela relação energética do edifício com o seu uso, com a ação biológica do sol, com a densidade, e com os ganhos energéticos de aquecimento dos ambientes internos. A escolha também depende do potencial fotovoltaico: da colocação das células fotovoltaicas nas superfícies do edifício e da forma que se pretende dar ao mesmo. Knowles (1981, p. 56) entende que um período mínimo de seis horas por dia será considerado prático, utilizando para seus estudos o horário das 9h00 às 15h00.

Assis et Al. (2007), tendo por premissa a questão energética, realizou uma experiência na cidade de Paracatu, MG., para garantir o acesso ao sol em cada lote, de modo a viabilizar o uso de sistemas de conversão solar térmica, calculou a radiação solar diária média mínima em cerca de 4.047 W/m² sobre o plano horizontal da cidade. A autora julgou a necessidade de 3.000 W/m² como suficiente, e determinou um período mínimo de 5 horas, das 9h30 às 14h30, para proteção das coberturas das edificações contra o sombreamento indesejável das edificações vizinhas.

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. E, não deverá ser pelo seu efeito térmico, já que na região tropical do Brasil há calor em excesso e o objetivo será sempre diminuí-lo ao máximo. Engenheiro Paulo de Sá questionava a unidade em que se costumava exprimir a insolação: **o número de horas de insolação**, e, ainda comentava que, “fosse a hora de insolação uma unidade adequada e chegar-se-ia ao absurdo de concluir que o polo é mais insolado do que o equador”.

Segawa (2003) relata que Victor da Silva Freire, no começo do século XX, 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”. : “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”.

Scarazzato e Labaki (2001) relatam que na década de 1930, o eng. Paulo Sá, especialista em conforto térmico, preocupado com a insolação dos edifícios, manifesta-se 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 seus efeitos thermicos, causados sobretudo pelas radiações do outro extremo do espectro”. 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.

Segawa (2003) comenta que o arquiteto paulista Eduardo Knesse de Mello, citado por Heitor de Sousa Pinheiro, em 1943 publicou um folheto intitulado “Excesso de sol nos aposentos”, e 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 1940.

A Carta de Atenas (conforme apresentado na página XX) determina que o sol penetre nas habitações pelo menos 2,0 horas por dia. Segundo Obelensky & Korzin (1982) apud Pereira (1995), para aproveitar o efeito biológico da insolação (efeito bactericida), o primeiro critério científico, proposto na década de 1950, foi a

duração de insolação de 1,5 a 2,5 horas; mas, 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.

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).

O número de horas de sol direto a ser garantido nas fachadas dos edifícios depende, principalmente, dos padrões ambientais e da radiação e pode ser definido por leis locais de acordo com o uso funcional do edifício e de sua posição geográfica (MORELLO e RATTI, 2009).

10. ARBORIZAÇÃO URBANA

Para este trabalho, a arborização torna-se importante para os estudos de sombreamento, na medida em que, as árvores plantadas nos lotes devem estar inseridas dentro da volumetria do ES, da mesma forma, a implantação da vegetação pública é essencial, pela sua relação com as edificações térreas ou assobradadas, bem como pelo atendimento à sua função urbana.

A arborização urbana, junto com o crescimento das cidades, foi implementada desordenadamente, sem o planejamento adequado, sem levar em consideração a proximidade com as edificações e as consequências do sombreamento causadas pela colocação aleatória dos maciços arbóreos nas vias públicas, com problemas para a infraestrutura urbana. O rápido crescimento urbano provocou uma significativa redução na qualidade ambiental das cidades, afetando diretamente a qualidade de vida da população urbana.

Abreu e Labaki (2010) ponderam que:

Nos últimos anos, a preocupação com a arborização urbana e seus benefícios no ambiente construído vem sendo reduzida tanto em áreas a serem loteadas como naquelas já consolidadas. Os novos empreendimentos urbanísticos nem sempre vislumbram locais adequados para o plantio de indivíduos arbóreos. Em outros casos, as árvores são retiradas para dar lugar às vias a fim de resolver os problemas de mobilidade urbana causado pelo aumento da circulação de veículos.

As mudanças climáticas nas cidades têm como causa principal a expansão urbana acelerada, pela ocupação das áreas rurais e verdes com a pavimentação de ruas e construção de edificações; ao observar a importância da vegetação no controle da radiação solar incidente como reguladora das mudanças torna-se significativo para qualificar e quantificar a influência da vegetação nos parâmetros ambientais como a temperatura do ar e a umidade relativa, conhecimento que permite obter diretrizes para elaboração de planos e projetos visando a melhoria do conforto térmico urbano (ABREU e LABAKI, 2011)

Mascaró, Giacomini e Cuadros (2007) afirmam que:

Um bom projeto de arquitetura urbana subtropical úmida leva em consideração a possibilidade de conseguir a dispersão térmica, suficiente e necessária, aproveitando a presença de vegetação e suas características de sombreamento e amenização da temperatura no verão e de transmitância termoluminosa no inverno. Isto porque no inverno, quando é mais necessária a radiação solar, mais débil é seu efeito sobre o plano horizontal, o Sol está mais baixo; no verão o Sol está mais alto sendo mais prejudiciais seus efeitos.

Mascaró e Mascaró (2002, p. 13) afirmam que a vegetação deve ser tratada em todos os seus aspectos: do jardim privado até o público; da proximidade dos edifícios ou das áreas verdes urbanas, perto da natureza. A escala de atuações, a variedade e riqueza dos recursos empregados e a simbioses da complexidade-ambiguidade ajudam a definir a qualidade da paisagem. A arborização vem caracterizar a paisagem de ruas, praças e parques, personalizando, assim, o ambiente dos bairros e da cidade. Os vários benefícios da arborização das ruas e

avenidas estão condicionados à qualidade do seu planejamento, que deve, sim, levar em consideração as condições do ambiente, pois qualquer planta só adquire pleno desenvolvimento em clima apropriado, caso contrário, poderá ter alterações no porte, floração e frutificação.

Obviamente, a arborização não traz apenas benefícios, ela também provoca problemas e conflitos, sobretudo quando há o confronto de árvores inadequadas com outros equipamentos urbanos: fiações elétricas (aéreas ou subterrâneas), encanamentos, calhas, muros, postes de iluminação etc. Nos meses de chuva intensa e de ventos, vemos a queda de árvores, em partes ou inteiras, noticiada pela mídia sobre imóveis, veículos, ruas, calçadas e pessoas, danificando postes de energia e outros equipamentos públicos, prejudicando a mobilidade urbana. E, apesar destes fatos acontecerem constantemente, pouco é feito para resolver o problema. Os departamentos de parques e jardins de muitos municípios não aprovam podas e, muito menos, corte de árvores, perpetuando o problema.

Não se pode deixar de considerar e refletir sobre o uso potencial de energia solar em edificações urbanas, quando constantemente restringida pela presença de árvores já desenvolvidas no entorno dos edifícios; na permeabilidade solar das copas das árvores, em ambientes urbanos, que não depende somente da morfologia própria das espécies - forma, dimensões, saúde etc. - mas também porque está fortemente condicionada pela localização da árvore, particularmente com relação às edificações ou a outras árvores.

Nos bairros, áreas urbanas de baixa densidade, o acesso solar é diretamente condicionado pela presença de árvores, devido à altura das edificações, pois, a maioria tem dois pavimentos, e a vegetação acaba por ser até mais alta do que as edificações, sombreando-as totalmente, em alguns casos. No caso de densidades mais altas, por conta dos edifícios altos, as copas das árvores acabam modificando as condições de insolação da "base" (três andares inferiores) e de dois níveis acima desses andares.

Quando a rua tem árvores de grande porte que se igualam à altura dos edifícios, o sombreamento da vegetação é mais significativo, reduzindo a importância dos efeitos da geometria e da orientação do recinto urbano, diminuindo a assimetria das sombras decorrentes da orientação do eixo da rua. Para Mascaró e Mascaró (2002, pg. 33), a cidade deve ser sombreada durante o período quente, limitando-se a incidência dos raios solares em, pelo menos, dois terços das áreas dos caminhos de pedestres, praças e estacionamentos. Quando escolhida corretamente a espécie arbórea, a vegetação urbana, eficientemente proporcionará o sombreamento adequado da insolação de verão, e deve permitir a passagem da radiação solar no inverno. Pode-se aproveitar o fenômeno de queda das folhas (caducidade) nas espécies decíduas, considerando a posição do sol, para propiciar sombreamento no verão e aquecimento no inverno.

Desde o ano 2000, com a finalidade de orientar profissionais e a população em geral para projetar a arborização urbana, surgiram, em alguns Estados e municípios, leis, guias e manuais de normas técnicas sobre a arborização urbana: um dos primeiros, publicado em 2000, o manual de arborização e poda da RGE – Rio Grande Energia, propõe um projeto de arborização planejada para visualizar uma cidade de forma integrada e dinâmica; outro guia recomenda que a arborização e as redes de distribuição ocupem lados distintos das vias públicas (COELBA, 2002).

Em 2007, a Secretaria de Defesa do Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Piracicaba publicou o Manual de Normas Técnicas de Arborização Urbana, que recomenda, para a elaboração do projeto de arborização, o respeito aos valores culturais ambientais e à memória da cidade. De acordo com a CPFL (2002):

A preocupação reside na crescente expansão e complexidade das malhas urbanas que impõem o adequado planejamento e a correta implementação da arborização viária; as áreas verdes tornam-se, cada vez mais, essenciais ao planejamento urbano, cumprindo funções importantes de paisagismo, de estética, de plástica, de higiene e de beleza cênica; além disso, a presença de árvores nas cidades interfere no lado psíquico do homem,

atenuando o sentimento de opressão, proporcionando sensação de bem-estar, de felicidade e alegria.

Ainda, de acordo com este manual, as árvores plantadas nas proximidades dos edifícios estabilizam a temperatura interna dessas construções, possibilitando o menor uso de condicionadores de ar e, conseqüentemente, reduzindo o consumo de energia elétrica. O manual exhibe uma preocupação com a localização das árvores em relação às sombras projetadas, de acordo com a sua orientação junto às edificações. O manual, também, indica corretamente a implantação das árvores nas calçadas com relação às edificações e à rua onde se encontram, de acordo com a posição do Sol. O plantio de árvores próximo a residências deve, sempre que possível, levar em consideração a futura projeção da sombra da árvore.

Mascaró e Mascaró (2002, pg. 38) fornecem algumas recomendações sobre o sombreamento urbano, como limitar a incidência dos raios solares em, pelo menos, dois terços da área de circulação de pedestres, praças e estacionamentos no período quente; limitar a incidência da radiação solar no período quente em, pelo menos, dois terços dos locais de recreação infantil; garantir a insolação dos locais de recreio infantil, por pelo menos quatro horas, durante o período frio. Ainda, os autores recomendam que, se deve garantir a insolação das fachadas norte, leste e oeste pelo menos durante duas horas no inverno, quando o Sol está próximo ao meio dia, em, no mínimo, metade dos compartimentos considerados principais pelos códigos de obras. De acordo com os pesquisadores, as formas de uso da vegetação devem variar com o tipo de clima local; o recinto urbano onde serão plantadas; o seu tipo, porte e idade; a manutenção necessária para cada espécie; as formas de associação dos vegetais e também com relação às edificações próximas e ao espaço urbano onde serão inseridas.

Para viabilizar a implementação da arborização nas calçadas, alegando densidade arbórea mínima, há governos municipais que estimulam o plantio de

pelo menos uma árvore na frente de cada lote, com a dedução de um valor no IPTU, por árvore plantada.

Devem ser gerados os envelopes solares sobre os espaços públicos: ruas, praças e outros, para verificar se a implantação da arborização urbana está adequada, se há garantias de acesso ao sol às edificações contíguas.

O Direito Urbanístico, assim como o Direito Ambiental, preocupa-se com os espaços verdes nas cidades, procurando preservar as áreas existentes em detrimento de eventuais construções; e, pelo zoneamento, tenta-se impedir ou reduzir as áreas edificantes, disciplinando os espaços e preservando o meio ambiente. A arborização das vias públicas não é exatamente uma área verde, mas cumpre com a finalidade do equilíbrio ambiental, da ornamentação urbana e do sombreamento eficaz no sistema viário urbano. Existe legislação de exigência de plantio nas vias públicas, como o da Lei 6766/79, de parcelamento do solo, e outras municipais, mais recentes, que dispõem sobre a criação de calçadas verdes, de campanhas de incentivo à arborização de ruas, de manutenção e conservação da vegetação pública, de poda e corte de árvores.

IV. MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo apresenta a proposta metodológica do trabalho, e descreve, inicialmente, o município de Campinas, que foi adotado para o estudo de caso pelas facilidades de obtenção de dados necessários à simulação dos ensaios, e pela vivência e conhecimento do autor deste trabalho no município, e depois, do bairro da Nova Campinas, escolhido para este estudo porque se encontra nas imediações do centro da cidade e sofre pressões para a mudança de uso do solo com adensamento e verticalização; é descrita a exposição de suas origens, sua infraestrutura, espaços públicos, bem como o relato especial dos motivos que levaram o bairro à aprovação da preservação de seu traçado urbanístico e arborização, pelo tombamento do CONDEPACC; e do seu cancelamento pela Prefeitura Municipal de Campinas.

Compreende, também, a descrição das áreas de estudo constituídas por cinco quarteirões do bairro da Nova Campinas, selecionados por terem características diferenciadas pela topografia, orientação, formato e pelos usos: residenciais, com alterações para comerciais, de prestação de serviços e mistos; quarteirões estes, onde são desenvolvidas as simulações de adensamento e verticalização.

Foi efetuado o levantamento de dados, realizado junto aos órgãos públicos e junto ao LABINURB - Laboratório de Investigações Urbanas da Unicamp, imprescindível para o diagnóstico, assim como o levantamento fotográfico das ruas envoltórias dos quarteirões e respectivas edificações, o que conduziu a uma satisfatória compreensão do existente e deu condições para preparar a geração dos ESs para as respectivas análises.

Para as simulações foi adotado o software Rhinoceros que lida com figuras tridimensionais, com comandos de sombreado, e, sobretudo, por permitir a geração automática dos ESs com os aplicativos Grasshopper e Diva, superando outros softwares como o AutoCad, 3Ds, Revit, Google SketchUp etc., que não comportam esta possibilidade. Neste ambiente foram desenhados os terrenos com

suas edificações, e posteriormente foram gerados os ESs, para as análises correspondentes.

Em seguida foram realizadas as simulações com a introdução dos módulos construtivos de aproveitamento (com explicação mais detalhada na página XX) dentro dos volumes dos ESs, e obtidos os resultados decorrentes destas novas volumetrias com os novos parâmetros de taxas de ocupação, coeficientes de aproveitamento, altura das edificações e densidades, foram apresentados em tabelas resumidas que permitiram as análises pertinentes.

1. O MUNICÍPIO DE CAMPINAS E REGIÃO METROPOLITANA

A cidade de Campinas está localizada na latitude 22°54'S e a 47°04'W de longitude e a uma altitude média de 660 m, no interior do Estado de São Paulo. De acordo com dados fornecidos pela Agência Metropolitana de Campinas (Agemcamp)¹¹, o município tem uma área de 795,70 km², população projetada para 2011 de 1.090.915 habitantes¹², com um grau de urbanização de 98,28%, com uma densidade demográfica de 1.371,01 hab/km² e uma taxa geométrica de crescimento anual da população – período de 2000/2010 de 1,09% a.a.

O IDH-M, Índice de Desenvolvimento Humano Municipal de Campinas é considerado elevado pelo PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Seu valor é de 0,852, considerado elevado, em relação ao país, pois a média do Brasil é de 0,730.

De acordo com o CEPAGRI - Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura da UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas, o clima da região de Campinas é classificado como tropical de altitude, sendo a média anual da temperatura do ar de 22,3° C, o mês mais quente, fevereiro, conta com temperatura média de 24,9 °C, sendo a média máxima de 30,0°C e a mínima de 19,9°C; e o mês mais frio, julho, de 18,5 °C, sendo 24,8°C e

¹¹ Dados disponíveis em www.agemcamp.sp.gov.br. Acesso em 16 de novembro de 2012

¹² Pelo IBGE, a população do município é de 1.080.113 habitantes (Censo 2010).

12,3°C a média máxima e mínima, respectivamente. A temperatura mínima registrada na cidade foi de -1,5°C observada em 25 de junho de 1918, e a máxima, foi de 39,0°C registrada em 17 de novembro de 1985.

O índice pluviométrico anual de 1411 mm, com a predominância de chuvas nos meses de novembro a março e períodos de estiagem de 30 a 60 dias nos meses de julho e agosto, sendo agosto o mês mais seco, quando ocorrem apenas 22,9 mm de chuva; e o mês mais chuvoso é janeiro com a média de 280,3 mm. A média de umidade da umidade relativa do ar de dezembro a junho apresenta valores de 82,6%, e de julho a novembro de 76,1%. O período médio de insolação no ano é de 2.628 horas, com uma média diária de aproximadamente 7,2 horas.

De acordo com o INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, pela classificação bioclimática das sedes dos municípios brasileiros, e de acordo com a norma NBR 15220, Campinas se encontra na zona bioclimática 3. A maior parte da vegetação original era a Mata Atlântica, que foi devastada; assim, Campinas é considerada como uma das áreas mais sujeitas a enchentes e assoreamentos; conta com menos de 5% de cobertura vegetal.

Pelos dados da Agemcamp, a RMC - Região Metropolitana de Campinas possui uma área de 3.645,67 km², população de 2.845.035 habitantes, com grau de urbanização de 97,43%, com densidade demográfica de 780,39 hab/km² e uma taxa de crescimento geométrico anual da população de 1,82% - período de 2000/2010.

A RMC, como grande concentradora de população e de atividades econômicas, possui um sistema viário que permite acessos fáceis aos principais centros do país, tornando-se uma das mais importantes regiões metropolitanas do Brasil. A figura 30 mostra a divisão física da RMC, dos 19 municípios e da sua estrutura rodoviária.

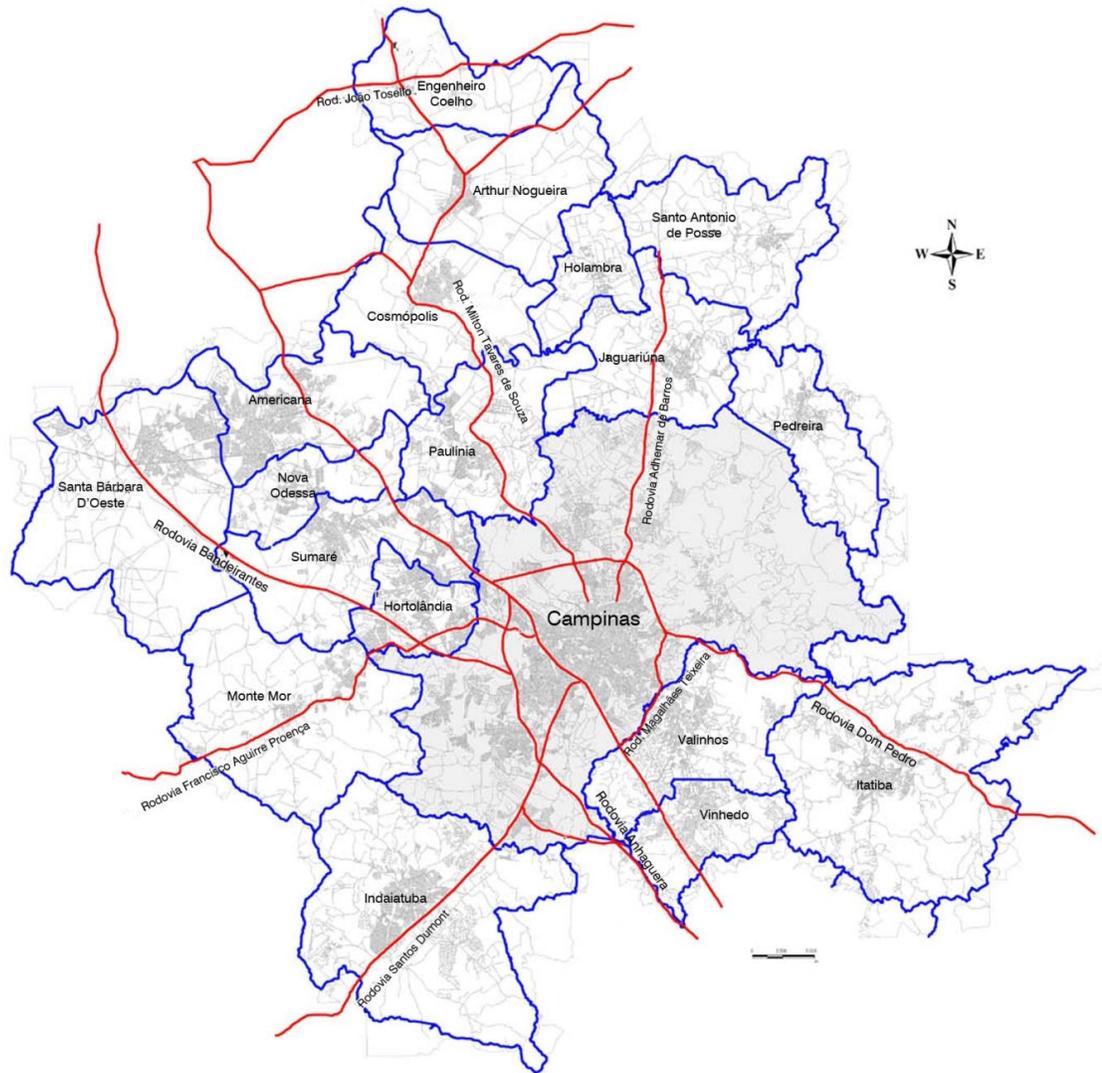


Fig. 30. Mapa da Região Metropolitana de Campinas. Fonte: Seplama, 2006

De acordo com Pires (2007), a expansão urbana metropolitana de Campinas caracteriza-se por oito vetores, como mostra a figura 31: Vetor 1, ao longo da SP 101 - Rodovia Francisco Aguirre Proença/Campinas-Monte Mor; Vetor 2, ao longo da Via Anhanguera; Vetor 3, nas direções do distrito de Barão Geraldo/Paulínia, SP332 – Rodovia Milton Tavares de Souza; Vetor 4, de Jaguariúna/Mogi Mirim - SP 340 Rodovia Adhemar de Barros; Vetor 5, de Itatiba pela Rodovia D. Pedro I; Vetor 6, em direção a Valinhos; Vetor 7, em direção a Indaiatuba, pela Rodovia Santos Dumont; e o Vetor 8, o centro metropolitano.

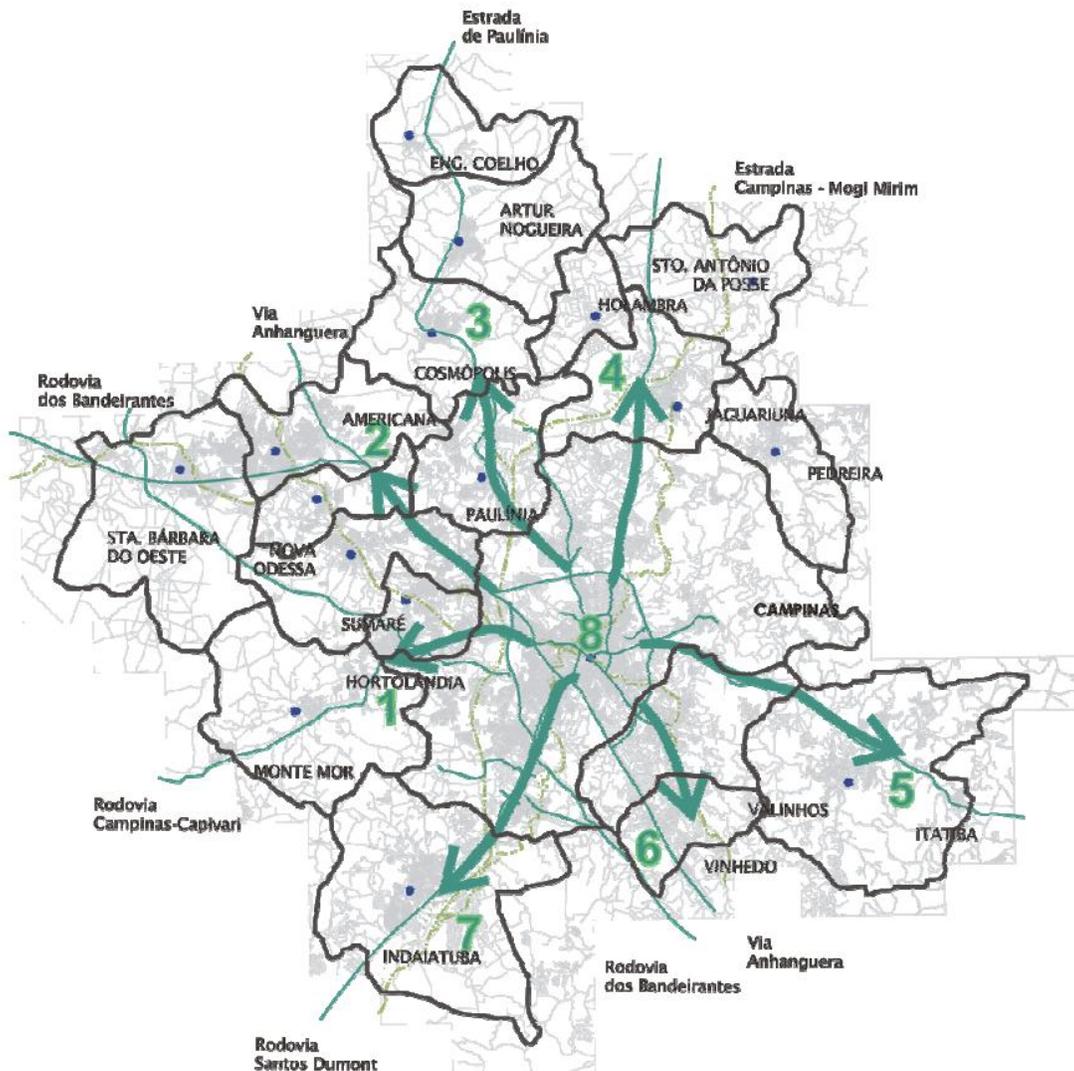


Fig. 31. Mapa dos vetores de expansão da RMC. Fonte: Pires, 2007.

O Plano Diretor de Campinas, Lei Municipal Complementar 15/2006, em vigor, estabelece a divisão territorial da cidade em nove Macrozonas, abrangendo a zona urbana e rural, com estas duas categorias presentes em oito Macrozonas, exceção só na Macrozona 4 (figura 32), que corresponde à área central intensamente urbanizada. Foram utilizados como limites das macrozonas os divisores de águas das microbacias e barreiras físicas ou elementos urbanísticos relevantes, considerando características físico-ambientais, bem como análises do perfil e tendências de ocupação.



Fig. 32. Divisão do território em Macrozonas. Fonte SEPLAMA

A Macrozona 4, onde se localiza o bairro da Nova Campinas, objeto do estudo de caso, possui, de acordo com o Plano Diretor de Campinas, uma área de 159,137 km², correspondente a 19,97% da área do município. Área urbana na sua totalidade, esta macrozona compreende o centro histórico de Campinas e o centro expandido, onde se localizam os bairros de maior intensidade de ocupação e verticalização, bem como a área urbana circundante. Esta Macrozona, com o maior número de bairros, concentra também o maior número de atividades urbanas do município. O centro urbano consolidado tem seu entorno constituído por alguns bairros residenciais com forte tendência à localização de serviços e de comércio, configurando uma região de centro expandido. A macrozona está subdividida em 16 Áreas de Planejamento (AP), correspondendo a AP 22 aos bairros Vila Brandina, Nova Campinas, Bairro das Palmeiras e Parque Ecológico.

2. O BAIRRO DA NOVA CAMPINAS

O bairro localiza-se próximo ao centro urbano de Campinas, separado pelo

bairro do Cambuí, e é constituída por residências de alto padrão, sendo que os moradores se utilizam do comércio existente no Cambuí e nos Shoppings Centers próximos. O bairro é servido por um núcleo comercial junto à Av. Dr. Moraes Sales, o Ventura Mall, e por outro, na outra extremidade, junto ao Jardim Planalto, na Av. Jesuíno Marcondes Machado. A figura 33 apresenta a Macrozona 4 com a anotação dos bairros da Nova Campinas, Cambuí e Centro.

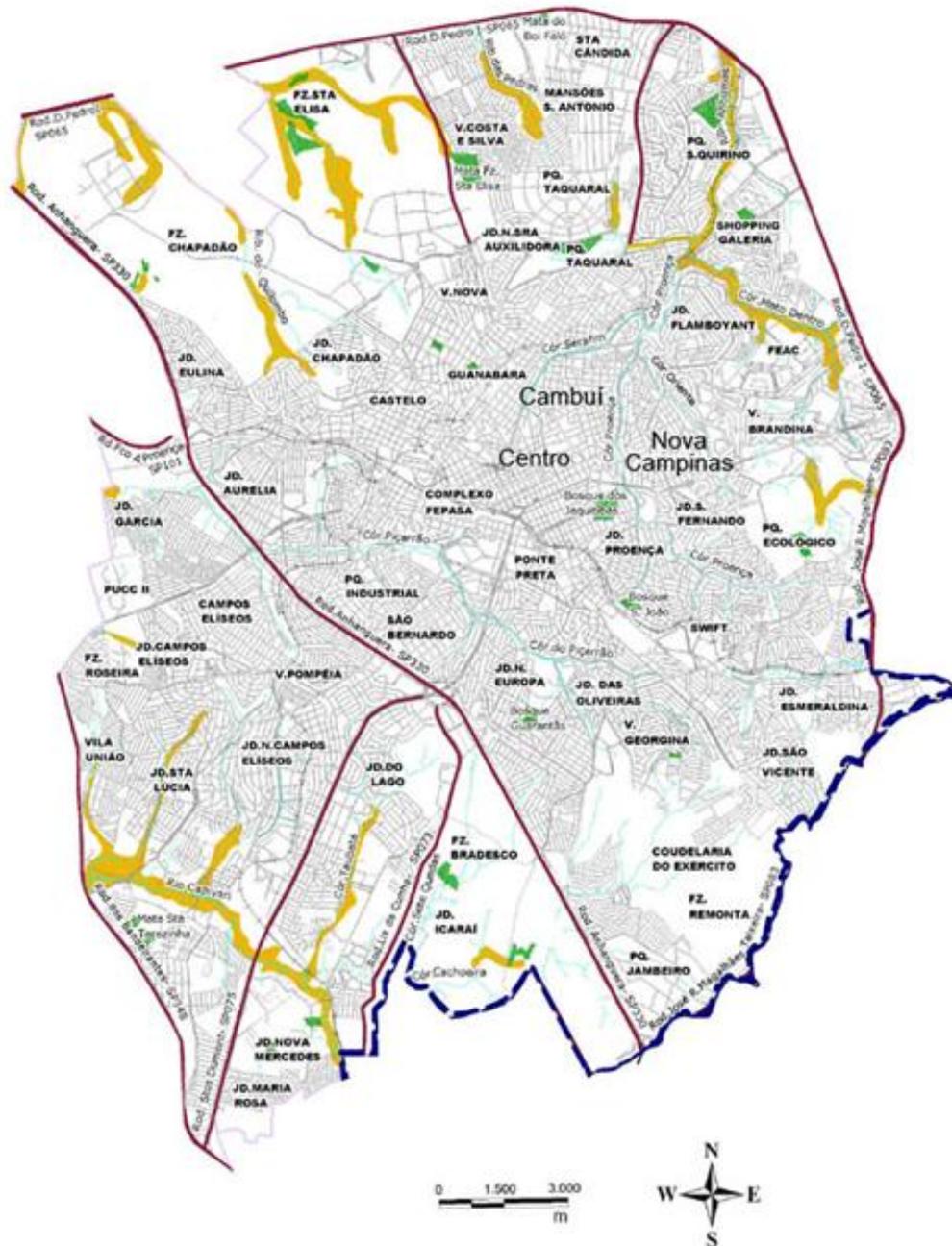


Fig. 33. Mapa da Macrozona 04 – Centro, Cambuí, Nova Campinas e outros bairros. Fonte: SEPLAMA

Em recente trabalho foi apresentado um estudo sobre o Envelope Solar e o Direito ao Sol (CASTRO PEREZ, 2007) no qual se analisam os envelopes solares construídos sobre quatro áreas de estudo em três Macrozonas do município de Campinas, com distintos zoneamentos nos quais são verificadas as relações entre as edificações e a volumetria resultante da geração dos envelopes solares, os parâmetros construtivos decorrentes e a legislação urbanística respectiva. Neste trabalho é tratado o conjunto de cinco quarteirões do Bairro da Nova Campinas, considerados suficientes para demonstrar que, com o auxílio do envelope solar, é possível adensar e verticalizar sem causar impactos à infraestrutura existente.

As origens

O Bairro da Nova Campinas surge a partir do Decreto nº 121 de 1946 que aprova o loteamento de terrenos “Companhia Imobiliária Nova Campinas e parte de “Nova Campinas”, de propriedade de Dona Alzira Ferreira Coutinho, Protocolo 182 de 1946” (íntegra do texto no Anexo 01), arruamento classificado como residencial e reservado, como núcleo comercial, duas partes das quadras 02 e 10.

Entre as principais restrições urbanísticas são exigidas a não subdivisão dos lotes e a ocupação de apenas uma residência principal por lote, podendo conter dependências desde que não ocupem 10% da área total do mesmo; estabelece recuos mínimos de 5,00m para os lotes com frente para ruas com 12,00 a 15,00m e de 6,00m para os lotes com frente para ruas com 16,00 a 20,00m de largura.

Por conta da Lei municipal 8.737/1996, que permite a flexibilização do uso residencial para comercial, válida para construções existentes em certas zonas do município onde se inclui a Nova Campinas, vem ocorrendo a instalação de comércios e serviços não incômodos, como cartórios, escritórios de advocacia, engenharia, imobiliárias etc., na Av. Jesuíno M. Machado e na Rua Eng. Carlos Stevenson, que se cruzam no meio do bairro (ver figura 34). A vocação de ocupação nesta Área de Planejamento tem sido de alta renda, com baixas densidades populacionais e habitacionais, com a maior parte dos imóveis

apresentando ocupação horizontal, havendo, no entanto, alguma verticalização ao longo da Av. José de Souza Campos, para fins residenciais e comerciais. A figura 35 mostra o bairro em primeiro plano, em seguida a praça Ralph Tórtima Stettinger e, ao fundo, o bairro Cambuí e o Centro da cidade



Fig. 34. Foto aérea. O bairro da Nova Campinas. Fonte: Google Earth, 2011



Fig. 35. Foto aérea da Nova Campinas, Praça R. T. Stettinger, Bairro Cambuí e Centro. Fonte: Google, 2012

A Infraestrutura e os espaços públicos

Pelos dados obtidos junto à Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento (SANASA), o bairro tem rede de água suficiente até para dobrar a sua capacidade. A rede de esgoto atende com folga a demanda. Tanto o abastecimento de água quanto o afastamento de esgoto podem suportar com eficiência o aumento de densidade populacional e é possível atender os requisitos propostos pelo Estatuto da Cidade com relação ao uso da infraestrutura existente.

O abastecimento de força e luz pela concessionária estadual, Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL) está perfeitamente dimensionado, e está previsto, para o bairro, o aumento do seu consumo. Com relação aos transportes e ao sistema viário, de acordo com dados fornecidos pela EMDEC - Empresa de Desenvolvimento de Campinas, a malha viária se apresenta suficiente para suportar a demanda de veículos particulares e do transporte público.

Duas são as praças que se destacam no bairro (figura 36): uma situada na Av. José de Souza Campos - via Expressa Norte-Sul, e outra entre a confluência da Avenida Hermas Braga com a Rua Dr. Paulo Castro de Pupo Nogueira.



Fig. 36. Praça Ralph T. Stettinger à esquerda e Praça Dr. Mário de Andrade, à direita. Fonte: Google, 2012

A “Praça Ralph Tórtima Stettinger” que se encontra na parte mais baixa do terreno, beirando o Ribeirão Anhumas, foi objeto de execução de um projeto paisagístico recente e desempenha suas funções a inteiro contento, pois as atividades esportivas e de lazer são executadas com assiduidade, inclusive à noite, e mesmo levando em consideração a grande movimentação de veículos motorizados particulares e coletivos (figuras 37 e 38). Muita vegetação, os lotes com frente para esta avenida têm recebido construções de alguns edifícios altos.

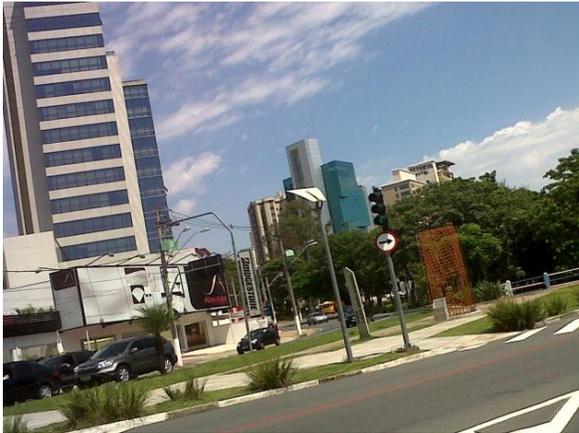


Fig. 37. Foto. Praça Ralph T. Stettinger



Fig. 38. Foto. Praça Ralph T. Stettinger

A segunda, a Praça Dr. Mário de Andrade, de formato circular, apresenta-se com muita vegetação e revestida totalmente com grama, como mostram as fotos das figuras 39 e 40, porém, sem projeto paisagístico, necessitando de equipamentos urbanos que possibilitem a sua ampla utilização.



Fig. 39. Foto. Praça Dr. Mário de Andrade



Fig. 40. Foto. Praça Dr. Mário de Andrade

2.1 O Tombamento do Bairro da Nova Campinas

O tombamento do bairro da Nova Campinas apresenta claramente as argumentações de duas posições muito polêmicas: a primeira, sobre a preservação do bairro, seu traçado urbanístico e arbóreo, seus usos e sua ocupação, defendida por uns; e a segunda, da alteração da legislação para a aprovação de verticalização e adensamento, proclamada por outros.

O protocolado de origem é o de nº 02/10/4378 de 30 de setembro de 2002, apresentado pela SBNC - Sociedade do Bairro da Nova Campinas, secundada pelos moradores que firmaram um abaixo assinado, aqui apresentado em trechos, requerendo e argumentando o que segue:

Trata-se de um loteamento concebido como estritamente residencial singular conforme está expresso em seu memorial descritivo e materializado na concepção urbanística dada ao projeto, o que se evidencia de modo claro pela largura e o traçado sinuoso de suas ruas, pela disposição e pela quantidade de suas áreas de praças, hoje densamente arborizadas, pela determinação da área mínima para os seus lotes de terreno e pelas exigências e restrições impostas às edificações a serem nelas executadas, com respeito à área construída, número de pavimentos, recuos frontais, laterais e nos fundos dos lotes. Além disso, há dispositivo expresso no memorial, designando apenas duas de suas quadras, as de nºs 02 e 10 onde será permitido o uso comercial.

No entanto, de uns tempos a esta data, surgiram iniciativas de uns poucos proprietários não mais moradores do bairro, pretendendo flexibilizar a LUOS para a Nova Campinas a fim de permitir a instalação de comércio em algumas de suas ruas, o que acabou sendo consagrado, em manobra legislativa pouco ortodoxa, na promulgação da Lei nº 10.566 de 29/06/00.

Com a promulgação desta lei, passou a ser permitido o uso comercial nos imóveis situados na Rua Carlos Stevenson e na Avenida Jesuíno Marcondes Machado....Diante destes fatos e da incerteza quanto à preservação das características urbanísticas originais do bairro, hoje ameaçadas pela instalação do comércio variado e amanhã, por certo, pela verticalização, estamos nos dirigindo a Vossa Excelência. para postular o Tombamento do Loteamento Nova Campinas, nos moldes do que já ocorreu em bairros de São Paulo, especificamente nos denominados Jardins.

Foi a primeira solicitação de tombamento do bairro, contrária a qualquer tipo de mudança de uso e parâmetros construtivos, já que pela Lei 10.566/2000 houve alteração na LUOS permitindo o uso comercial em algumas vias da Nova Campinas, o que poderia se tornar ameaça à preservação das características originais do bairro e poderia se estender até a verticalização. O que se propunha era a preservação do seu traçado urbanístico e a manutenção das restrições originais ao uso e ocupação do solo, mas não o tombamento de suas edificações. Alegava, ainda, que:

O loteamento foi o primeiro nesta cidade a ser aprovado e implantado, tendo como característica especial a de ser estritamente residencial singular. É o conceito urbanístico de 'Bairro Jardim' trazido da Inglaterra para São Paulo, na década de quarenta, pela Companhia City e por ela aplicado, com sucesso, no Jardim Paulista, Jardim América e Jardim Europa, dentre outros. Em São Paulo, esses bairros estão preservados até hoje, apesar da vertiginosa expansão urbana registrada em seu entorno, graças ao fato de terem sido tombados, conforme se verifica pela Resolução nº 02/86, em cópia anexa.

Nesse mesmo documento, a SBNC defendeu a Nova Campinas e reclamou do bairro Cambuí¹³, bairro situado entre a Nova Campinas e o Centro:

Temos hoje um bairro que se desenvolveu e se consolidou mantendo as características previstas em seu projeto original de 'Bairro Jardim', constituindo um marco em nosso urbanismo a ser preservado, não apenas pelo que ele é em si, mas pelo que ele representa para a cidade. É uma ampla e densa área verde, com baixa densidade demográfica, a servir de anteparo, ao hoje problemático Cambuí, onde se permite tudo, sem nenhum planejamento, transformando-o no exemplo irreversível da incúria da administração pública. É justamente isso que queremos evitar. Que a Nova Campinas venha a ser amanhã o que é hoje o Cambuí. Uma selva de concreto poluída, com sérios problemas viários e de infraestrutura, prestes a se tornar área urbana deteriorada e desvalorizada, porque imprópria para o uso residencial, que em nada lembrará o aprazível bairro de outrora.

¹³ Cambuí é um bairro que fora 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 Lei 6.031/1988 na tentativa de controlar esse desenvolvimento, reduziu o CA de 4 para 3, assim mesmo, a lei mostrou imperfeições. (CASTRO, 2007).

As figuras 41 e 42 exibem fotografias do bairro Cambuí da década de 1970 e do ano de 2012 nas quais se observa a verticalização ocorrida. Os problemas do bairro Cambuí foram detectados e apresentados na forma de estudo de caso na dissertação de mestrado, deste autor “O envelope Solar e o Direito ao Sol”, na qual foram analisados quatro edifícios dentro de um quarteirão (ver apêndice 01).



Fig. 41. Foto do bairro Cambuí, anos 70.



Fig. 42. Foto do bairro Cambuí, 2012.

Em 11 de junho de 2004, pelo Protocolado 04/10/24550, foi solicitada à Prefeitura Municipal de Campinas, com cópia para o CONDEPACC e Câmara Municipal de Campinas, por um grupo de moradores do bairro da Nova Campinas, em abaixo-assinado, e que constituíam a totalidade dos proprietários dos lotes do quarteirão 721, no centro do bairro, circundado pelas vias Av. Jesuino M. Machado, Rua Eng. Carlos Stevenson, Rua Dr. José Ferreira de Camargo, e Rua Maria C. F. Andrade, a mudança de zoneamento urbano desse quarteirão para ZONA “9”, conforme estabelece a LUOS do Município de Campinas¹⁴, alegando que esse quarteirão tinha, nesse momento, sete lotes ou cerca de 20% dos lotes com zoneamento RESIDENCIAL, sendo o restante de 80% com zoneamento COMERCIAL, o que traria prejuízo para essa minoria; e, em situação semelhante, encontravam-se os quarteirões 702 e 709 circundados pela av. José de Souza Campos, Rua Carlos Stevenson e Rua Arthur Bernardes (figura 43).

¹⁴ A Lei 6.031/1988 – LUOS estabelece para a zona 9, o uso residencial unifamiliar e multifamiliar do tipo H MV-1, H MV-2, os usos comercial CSE-1 e mistos HCSE-2, podendo verticalizar até 10 ou mais andares com um CA aproximado de 2,3.



Fig. 43. Quarteirões anotados para verticalização

O grupo acrescenta, ainda, que:

...examinando com maior cuidado, todos esses quarteirões tinham uma ocupação de uso comercial, restando uns poucos lotes com a utilização residencial, e finalmente, que era extremamente oportuna a permissão de verticalização desses poucos quarteirões, pois, viria ao encontro dos interesses da grande maioria dos munícipes contribuintes, da evolução urbana de uma parte desse bairro, desonerando-se os munícipes dos custos de levar a grandes distâncias, a infraestrutura urbana necessária para a implantação de edifícios habitacionais coletivos verticais, estrutura que a Nova Campinas já possuía, necessitando, talvez, de apenas algum reforço de rede de água e esgoto, coisa de pequena monta para esta implantação e também atendendo os anseios da população que necessita residir mais próximo do centro da cidade.

Em 23 de setembro de 2004, o Conselho resolve abrir o processo de Estudo de Tombamento nº 03/2004 e, em 09 de dezembro de 2004, o Conselho aprova

“ad referendum” o Tombamento do bairro da Nova Campinas. Em 16 de dezembro de 2004, foi protocolado requerimento ao CONDEPACC, solicitando alteração do zoneamento do bairro, permitindo a construção de prédios residenciais de até doze pavimentos, sem prejuízo do meio ambiente e de forma ordenada, tendo como base o tipo “Z-9” da LUOS; isso porque a cidade de Campinas não tem áreas onde se possam construir prédios de alto padrão, a não ser na Nova Campinas, e a solução iria aliviar inclusive o bairro do Cambuí, que já extrapolou o seu adensamento, e que contém infraestrutura completa com larga folga para maior adensamento populacional.

Em 14 de abril de 2005, o CONDEPACC resolve manifestar, pela Resolução 61 (ver a íntegra no Anexo 02), parecer favorável ao tombamento do traçado urbanístico do bairro da Nova Campinas, e, com a finalidade de garantir a proteção adequada da área tombada e dos bens nela contidos estabelece um conjunto de diretrizes urbanísticas: todas as intervenções nessa área devem ser previamente aprovadas pelo CONDEPACC; o gabarito máximo permitido das novas edificações será de 10 metros; as novas construções devem destinar 50% de área livre permeável do lote; não serão permitidas alterações no sistema viário, fluxo de veículos, rotas e itinerários; não serão admitidos anexação, desdobros ou subdivisão dos lotes; não será permitida a substituição de qualquer elemento arbóreo etc.

Em 05 de maio de 2005, pelo protocolado 05/10/23431, é encaminhado ao CONDEPACC, pela Habicamp – Associação das Empresas do Setor Imobiliário de Campinas e mais o CRECI - Conselho Regional dos Corretores de Imóveis do Estado de São Paulo, ACIC – Associação Comercial e Industrial de Campinas, Sinduscon – Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de São Paulo, Regional de Campinas e CIESP – Centro das Indústrias e Comércio do Estado de São Paulo (Regional de Campinas) um recurso (ver a íntegra do texto no anexo 03) com base no artigo 12 do Decreto nº 9.585/88, que CONTESTA a proposta resultante da deliberação do Conselho, alegando que:

...As razões que sustentam o tombamento são fundadas na necessidade de manutenção do conceito de “bairro jardim”, implantado pelo eng. civil Jorge de Macedo Vieira na década de 1940, vez ser o único bairro de Campinas que ainda mantém tais características. E só. Não se tem naquelas paragens qualquer outra motivação com conceito eminentemente histórico a ser registrado ou preservado.

A intenção preservacionista sobre traçado urbano é de se estranhar o foco se colocado num bairro com pouquíssimas características urbanísticas e históricas, até porque Campinas tem bairros com traçados urbanos extremamente significativos que careceriam de estudos preservacionistas muito mais representativos do crescimento da cidade do que a Nova Campinas.

Quando se trata de adensamento urbano, coeficiente de altura e ocupação do solo, o veículo correto garante da participação da população através do Legislativo, é a Lei de Zoneamento, esta sim, poderá ter caráter preservacionista com critérios apurados de análise de adensamento e infraestrutura urbana...

Assim sendo, requerem que seja aceita a contestação com o fim de se REVOGAR a proposta de Tombamento do Bairro da Nova Campinas, vez que ainda não havia sido promulgado o decreto consolidador, pelo prefeito Municipal.

Em 16 de agosto de 2005, uma Comissão da SEPLAMA diz que o patrimônio urbanístico do bairro da Nova Campinas é de relevância para a cidade e que teve garantida a sua preservação pelos parâmetros fixados na legislação que o aprovou, o que também foi garantido pela LUOS, que o transformou em bairro protegido onde são vedados a verticalização e os usos não residenciais.

Considera que a proposta de tombamento não foi objeto de uma análise criteriosa, pois aglutina num único perímetro áreas que, ao longo do tempo, tiveram sua ocupação modificada, e as alterações transformaram a Av. José de Souza Campos, num corredor onde são permitidos os usos comerciais e a verticalização, com características que se assemelham mais ao bairro vizinho, Cambuí.

Considerando que o código de obras prevê a altura de influência para edificações vizinhas nove metros como parâmetro, a Resolução do CONDEPACC

inova e conflita ao estabelecer o gabarito máximo de dez metros de altura; e considerando que o zoneamento estabelecido pela LUOS para a Nova Campinas é zona 3, com tipo construtivo característico ao H3 (Habitações unifamiliares), ao considerar-se uma taxa de permeabilidade de 50%, estar-se-ia restringindo o direito de construir estabelecido pela LUOS, mesmo porque até a Lei da APA (Área de Proteção Ambiental) do município estabelece taxas que variam de 20 a 35%; desta forma, o proposto na Resolução nada contribui para a preservação urbanística.

A comissão concluiu que a Resolução 61 de 14 de abril de 2005 elaborada pelo CONDEPACC, além de não se ater ao perímetro que ainda conserva as características originais, introduz parâmetros divergentes, conflitando com a legislação urbanística em vigor. Finalmente, em 26 de agosto de 2005, o Prefeito Municipal emite documento cancelando o tombamento. Atualmente, prevalece a Lei 6.031/1988 – Lei de Uso e Ocupação do Solo, devendo ser obedecidos todos os seus parâmetros urbanísticos para qualquer obra nova, reforma ou ampliação, mas, necessariamente, deve ser aprovado pelo CONDEPACC.

3. ÁREAS DE ESTUDO

Como estudo de caso, foram selecionados cinco quarteirões do bairro da Nova Campinas, com a finalidade de verificar as possibilidades de adensamento e verticalização com aproveitamento da infraestrutura existente. Para tanto, depois de desenhar os lotes com suas edificações, foram gerados os envelopes solares sobre cada lote em cada quarteirão (situação real) e, posteriormente, sobre dois, quatro, ou um conjunto de lotes (situações sugeridas), com o objetivo de, com o levantamento dos parâmetros urbanísticos existentes, áreas dos terrenos, testadas, taxas de ocupação, áreas livres, coeficientes de aproveitamento e densidades decorrentes, compará-los com os novos parâmetros resultantes das novas volumetrias apresentadas pela geração dos novos envelopes solares, nas simulações, por meio de vistas e tabelas, bem como investigar a real possibilidade de sua aplicabilidade.

3.1. Levantamento de dados

O levantamento de dados foi realizado junto à SEPLAN – Secretaria Municipal de Planejamento e Desenvolvimento Urbano, por meio do protocolado 11/10/9513 de 03/03/11, e junto ao Cadastro Municipal foram obtidas algumas cópias dos quarteirões com a divisão em lotes, a sua identificação e anotados os perímetros das edificações. Foram então anexadas a essa solicitação, pelo Departamento de Informação, Documentação e Cadastro (DIDC), cópias das fichas cadastrais (anexos 05 e 06) que mostram: na frente, a identificação do lote com o nome do logradouro, o número, Distrito, Zona, folha e data; indicação do quarteirão e denominação do lote, do arruamento e da quadra; das suas medidas, áreas de terreno, áreas de construção, benfeitorias, Habite-se e observações; e no verso a indicação do proprietário, de sua residência, e a anotação da aquisição (dados cartoriais: livro, folha, data e valor), tudo anotado em máquina de escrever e à mão. Com base nestes dados, outros índices, como área ocupada, área livre, taxa de ocupação e coeficiente de aproveitamento, foram calculados e anotados nas tabelas de Parâmetros Urbanísticos.

Cabe ressaltar que nem sempre os dados fornecidos pelo DIDC estão atualizados, pois muitas edificações apresentam edículas, ou ampliações cujos projetos não foram aprovados pela Prefeitura Municipal, bem como algumas edificações habitadas, cujos proprietários não solicitaram o respectivo CCO – Certificado de Conclusão de Obra (Habite-se), e que, portanto, constam somente como projeto aprovado.

Parte do levantamento de dados foi viabilizada pelo LABINUR – Laboratório de Investigações Urbanas da FEC – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, que concedeu imediatamente, assim que comentada a dificuldade em obtê-los da Prefeitura, os arquivos eletrônicos contendo as plantas da cidade de Campinas, das quais foram extraídos os desenhos em AutoCad dos quarteirões e lotes do bairro da Nova Campinas.

O levantamento fotográfico das quadras selecionadas foi realizado no dia 05

de novembro de 2011, e foram fotografados todos os lotes, com ou sem unidades residenciais, no período da manhã, entre 10h00 e 11h00 para as unidades cujas frentes estão localizadas ao leste e norte; e no período da tarde, das 16h00 às 17h00 para as unidades cujas frentes estão voltadas para o oeste e sul. Parte deste levantamento foi analisada na descrição das ruas que contornam as áreas do estudo de caso.

Também foram registradas fotograficamente as duas praças, a Ralph Tórtima Stettinger, na via expressa Norte-Sul, no período da manhã; e a Praça na Av. Hermas Braga, no período da tarde, para melhor compreensão dos espaços públicos (áreas verdes e de lazer) existentes no bairro.

O bairro da Nova Campinas foi visitado diversas vezes, ocasiões em que foram anotados os usos nas edificações. As visitas foram realizadas em horários diferentes, e em horários de “pico”, no caso das unidades com uso residencial, bem como nas edificações especiais (Igreja, escola, cartórios e outras) e comerciais, também, a fim de registrar possíveis impactos nas vias de circulação, e finalmente, foram selecionados os cinco bairros para estes estudos.

Descrição das áreas

Cada área escolhida foi caracterizada pelas ruas que as encerram, pelos lotes, dimensão das frentes, área dos terrenos, edificações construídas com respectivas áreas de construção, número de pavimentos e totais por quarteirão, inclusive com o cálculo das densidades demográfica e construída. Cada área de estudo é apresentada com uma foto aérea, desenho do quarteirão com indicação dos lotes e suas edificações, bem como tabela de parâmetros urbanísticos. São feitas algumas observações sobre a situação existente.

Também foram observadas e anotadas as árvores, com o objetivo de verificar o verdadeiro comportamento da vegetação junto às edificações, a sua localização, as suas sombras e conflitos com relação à rede elétrica e canalizações de águas pluviais; foram vistos cuidadosamente, também, os beirais das

coberturas, com o propósito de verificar o espaçamento entre as residências e a área real de acesso dos raios solares entre elas, sobre as paredes laterais e aberturas. As fotografias das edificações servem para a realização das análises.

Todos estes dados funcionam como embasamento para as análises e comparações, que com o complemento da “geração” dos ESs, sobre alguns lotes, em cada um dos quarteirões, serão, num primeiro momento, subsídios para avaliar as relações das edificações com seus vizinhos, as sombras que são lançadas às 10h00 e às 14h00 do solstício de inverno, duas horas no período da manhã e duas no da tarde, considerados pelo clima e latitude de Campinas, suficientes para a insolação dos compartimentos; para depois, inserir a vegetação nas vias e observar o sombreamento e as suas implantações com relação às redes elétricas, e assim a verificação de sua real conveniência ou não.

Posteriormente são apresentadas sugestões com a geração de novos ESs para o mesmo período de insolação, sobre conjunto de unidades, a fim de investigar as suas volumetrias e índices decorrentes desta aplicação. Para averiguar o potencial construtivo máximo que os novos envelopes solares podem fornecer, foram criados módulos construtivos¹⁵ de 3,0m x 3,0m x 3,0m (figura 44); desta forma, podem ser extraídas as áreas de construção por pavimento e o número de pavimentos que podem conter os envelopes solares, para totalizar as áreas de construção e extrair as taxas de ocupação, áreas livres, e CA máximos.

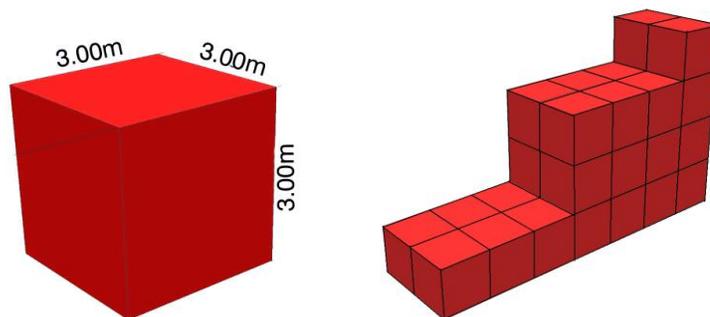


Fig. 44. Módulos construtivos

¹⁵ Os Módulos Construtivos de aproveitamento são resultado de pesquisas elaboradas pelo autor com base nas medidas das larguras, profundidades e altura dos compartimentos nas edificações e respectivas legislações, resultando num módulo de 3,0m x 3,0m x 3,0m utilizado neste trabalho para verificação de áreas construtivas, altura das edificações e, conseqüentemente, as taxas de ocupação, coeficientes de aproveitamento e densidades.

Posteriormente são apresentadas novas tabelas, comparativas, de parâmetros urbanísticos com os novos dados obtidos, acompanhados de cálculos de densidades construtivas, populacionais de uso residencial e populacionais de uso comercial ou de prestação de serviços.

Seleção das áreas de estudo

A seleção das áreas de estudo realizada em cinco bairros, que têm características diferentes pela sua orientação, topografia, formato, seu entorno, vizinhança, e localização dentro do bairro tem como finalidade criar uma tipologia dentre os 56 bairros. A orientação dos lotes, que contemplam as principais direções, foi determinante na escolha, e ainda possibilita a geração dos envelopes solares de forma diferenciada, permitindo análises mais apuradas. O norte utilizado é o geográfico, ou verdadeiro, determinado em função da trajetória aparente do sol. Os cinco bairros selecionados são destacados, conforme a figura 45:



Fig. 45. Planta do bairro da Nova Campinas com destaque para os bairros escolhidos.

Quarteirão 708, cujo eixo principal está na orientação sudoeste/nordeste, com os lados maiores voltados para a face noroeste e sul/sudeste e o menor para o nordeste; com os lotes do interior da quadra na orientação sudeste/noroeste

Quarteirão 716, com seu eixo principal na orientação norte/sul, e seus lados principais, portanto, para a face oeste e leste, e os lados menores com face nordeste e sudoeste; tendo os lotes principais a orientação leste/oeste.

Quarteirão 728, com seu eixo principal sudeste/noroeste, tendo um dos seus lados maiores voltado para a face nordeste e o outro para a face sudoeste, com seus lados menores para a face sudeste e sudoeste, com a maioria dos lotes no interior da quadra na orientação sudoeste/nordeste.

Quarteirão 746, com seu eixo principal na orientação sudeste/noroeste, com seus lados maiores, portanto, voltados para a face nordeste e sudoeste e seus lados menores com face para o sudeste e noroeste, tendo os lotes do interior da quadra a orientação sudoeste/nordeste.

Quarteirão 754, com seu eixo principal na orientação leste/oeste, tendo seus lados maiores voltados um para a face norte e o outro para a face sul, e os lados menores um para a face nordeste e outro para oeste, com os lotes do interior da quadra orientados para o norte e sul.

Escolha do software

Antes da escolha do software para desenvolvimento deste trabalho, foi também verificada a possibilidade de se trabalhar com outros programas, como o Autocad, 3D studio max, Revit, porém estes se mostraram pouco versáteis ou não produziam os resultados gráficos esperados. O Autocad, no entanto, foi utilizado para o desenho dos quarteirões e perímetro das edificações, sendo, inicialmente, exportado para o *Google SketchUp*, onde foi executada a modelagem dos quarteirões, a volumetria das edificações e dos envelopes solares. O software *Google SketchUp*, além de ser de fácil utilização, oferece os recursos necessários

para a construção do envelope de forma precisa. Neste ambiente foi desenvolvido, inicialmente, todo o trabalho para a execução das tarefas que serviram para o preparo das análises preliminares do estudo de caso. Recentemente foram conhecidos os aplicativos Grasshopper e DIVA para Rhinoceros, e neste ambiente, então, foram desenvolvidos os trabalhos.

Optou-se pela utilização do software RHINOCEROS modelador NURBS¹⁶ para Windows, porque de acordo com Mcneel et al. (2008), este programa fornece ferramentas para modelar e documentar com precisão os desenhos, preparando-os para renderização, análise, animação, fabricação ou construção. Com a introdução das curvas NURBS passou a ser possível manipular determinados pontos destas curvas, ajustando-se à forma global da curva; ajuste que não sucede com linhas curvas aparentemente semelhantes, mas compostas por arcos e linhas independentes; e já que as curvas NURBS são definidas por fórmulas matemáticas, quando se altera um parâmetro das mesmas, a forma geral é recalculada localmente. O RHINOCEROS pode converter qualquer NURBS em uma figura tridimensional, sem restrições de complexidade ou tamanho, suportando também redes poligonais e sombreadas.

O ambiente do RHINOCEROS, também chamado de Rhino, simplesmente, tem uma tela com seis áreas que proporcionam informações e solicitam a introdução de dados (barras de menus, de ferramentas, de status, linhas de comandos, janelas e área gráfica). Na área gráfica podem ser visualizadas quatro janelas diferentes: planta, elevação frontal, elevação direita e perspectiva (figura 46). Estas janelas mostram as vistas do modelo e podem mudar seus tamanhos. Cada janela tem seu próprio plano de construção sobre o qual se move o cursor, e um modo de projeção. Podem-se criar novas janelas, renomeá-las e utilizar configurações de outras janelas pré-definidas.

¹⁶ NURBS, *Non-Uniform Rational B-Splines*, são representações matemáticas de formas geométricas em 3D que podem descrever de maneira precisa qualquer forma, desde uma simples linha em 2D, até esferas e as mais complexas e irregulares superfícies em 3D. Modelos NURBS são utilizados tanto em processos de ilustração e animação como em manufaturas.

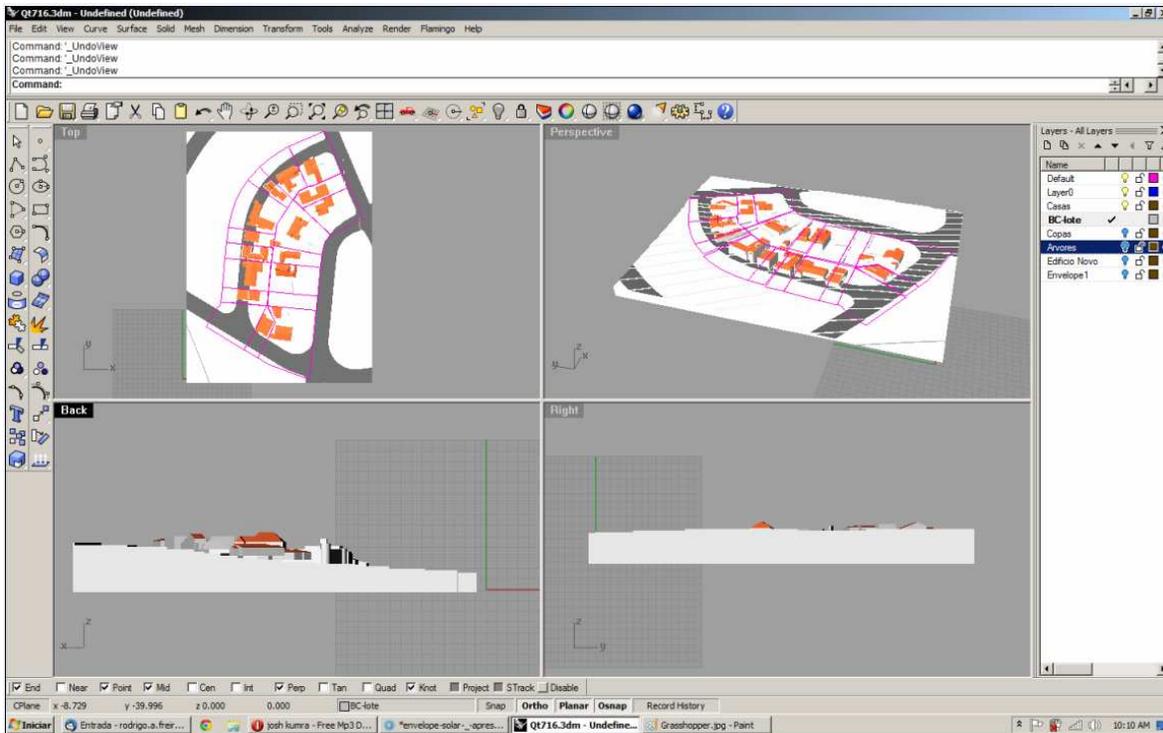


Fig. 46. Tela do Rhino.

O aplicativo Grasshopper desenvolvido por David Rutten em Robert Mc Neel & Associates, é uma plataforma baseada em programação e apresenta uma interface visual de controle, e é executado dentro do Rhino. Para ter acesso ao aplicativo é necessário escrever no comando de Rhino, a palavra “grasshopper” que abre a sua janela principal. É usado principalmente para a construção de algoritmos generativos, incluindo os numéricos, textuais, audiovisuais e aplicações táteis. Constituído de muitos tipos de elementos diferentes, destacando entre estes, os parâmetros e os componentes.

Os parâmetros contêm dados, ou seja, armazenam objetos enquanto que os componentes contêm ações, ou seja, fazem os objetos. A figura 47 mostra alguns dos objetos do grasshopper: A: um parâmetro que contêm dados. B: um parâmetro que não contêm dados. C: um componente selecionado (na cor verde). D: um componente regular. E: um componente que contêm advertências. F: um componente que contém erros (em vermelho) G: uma conexão.

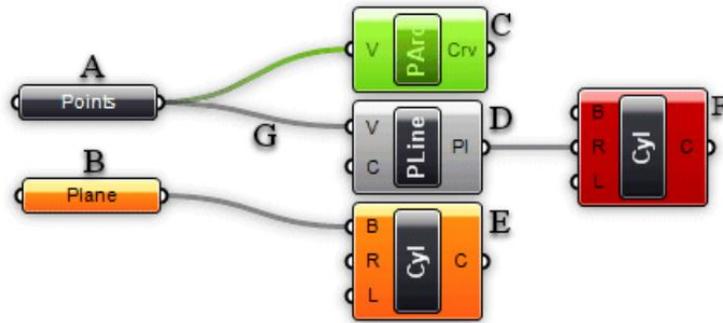


Fig. 47. Grasshopper: parâmetros e componentes. Fonte: Grasshopper primer. 2009

O aplicativo DIVA para Grasshopper funciona no ambiente Rhino 3D, permite a simulação da performance ambiental de edifícios e de áreas urbanas, em modelos tridimensionais, utilizando métricas de radiação solar, iluminação natural, energia e ofuscamento. O grande benefício de DIVA é a possibilidade de se trabalhar as questões energéticas e de iluminação natural, ainda nas fases de concepção de um projeto, seja ele urbano ou arquitetônico. DIVA tem três ferramentas de análise: DIVA Daylight, DIVA Thermal e Solar Tools, como é apresentado na figura 48.

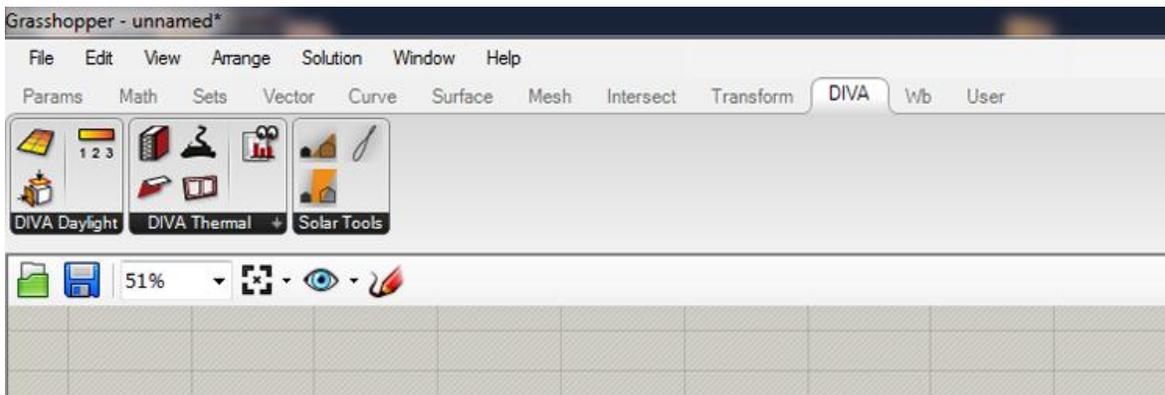


Fig. 48. DIVA e suas três ferramentas. Fonte DIVA for Rhino. 2009

Entre as ferramentas solares, há o componente de posição do Sol, útil para otimizar rapidamente saliências ou máscaras para períodos específicos do ano. Entrando com uma série de horas durante o dia e uma série para cada dia do ano, o aplicativo irá produzir os vetores solares correspondentes (figura 49). Colocando-as no fundo de uma janela, ainda permitirá um elemento sombreado para tornar-se uma parte da geometria paramétrica.

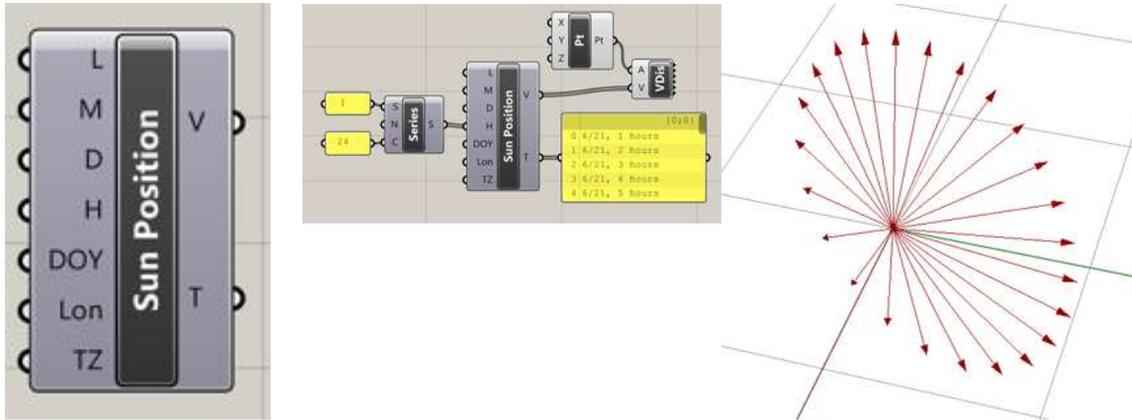


Fig. 49. Componente Posição Solar, onde: L=Latitude; M=mês; D= dia; H=hora; DOY=dia do ano inteiro, opcional; Lon=longitude, opcional; TZ= fuso horário, opcional; V=vetor solar; T= Tempo (data e hora)

O componente Envelope Solar, a partir do processo descrito por Ralph Knowles, gera o envelope solar com os dados fornecidos no componente de posição solar, com o desenho 3D, selecionado no Rhino (figura. 50). A ferramenta possui quatro variáveis de entrada: C: Curva, que é uma polilinha fechada e plana que define o perímetro onde o ES deve ser gerado. Essa curva é posicionada no lote em que se deseja obter os limites de altura de um edifício para que não impeça o acesso ao sol das áreas vizinhas. L: Latitude em graus. Ts: tempo inicial em horas (0-24). Te: tempo final em horas (0-24 > Ts). E: como saída obtém-se o ES, um elemento tridimensional fechado (*Brep – Boundary Representation*).

:

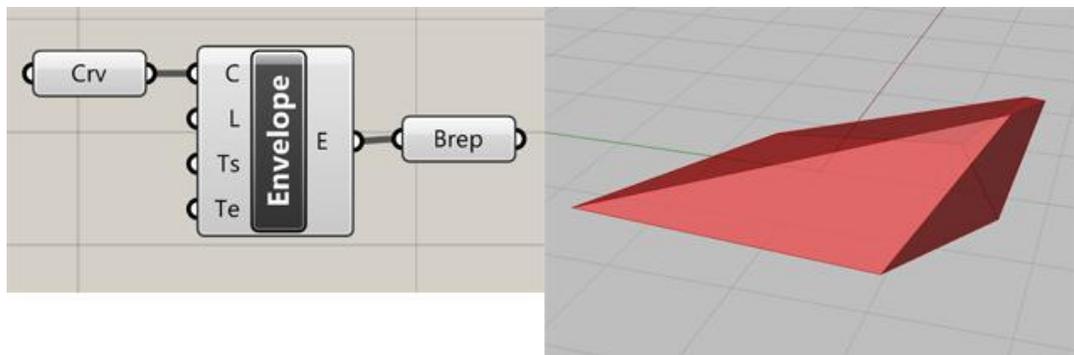


Fig. 50. Componente Envelope Solar.

DIVA também apresenta o componente leque solar ou ES de espaços livres, ferramenta de projeto que cria um volume para receber a radiação solar direta sem sombras durante certo período do ano; conceito inverso do envelope solar ao invés de definir o limite que se pode construir define um limite para a vizinhança não

construir e proteger o acesso solar do sítio. Geralmente é usado para espaços ao ar livre (figura 51).

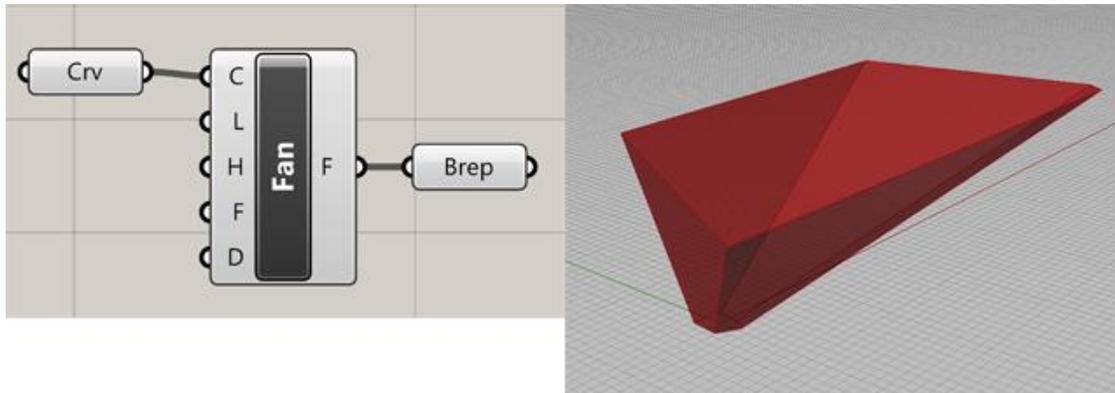


Fig. 51. Componente leque solar onde C: curva, L: Latitude, H: Média da data, D: Distância do envelope, F: leque solar; ou ES de espaços livres.

Neste trabalho, o aplicativo DIVA com grasshopper para Rhino foi utilizado no ambiente para o desenvolvimento de todas as simulações, conforme apresentado na tela da figura 52.

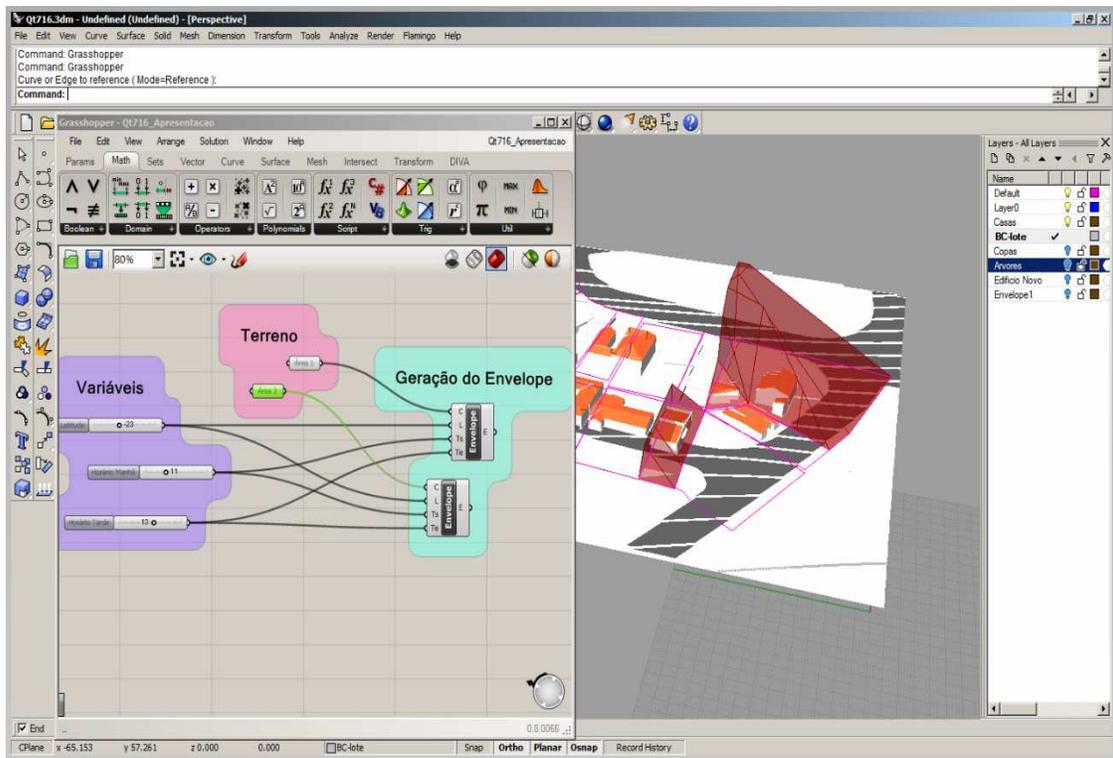


Fig. 52. Tela utilizada para o desenvolvimento desta pesquisa: DIVA com grasshopper para Rhino.

4. ÁREA DE ESTUDO I – QUARTEIRÃO 708

O quarteirão selecionado encontra-se entre as ruas Rua Ângelo José Vicente, Rua Arthur Bernardes e Rua Dr. José Ferreira de Camargo. Com 20 lotes projetados originariamente, e após sofrer quatro processos de anexação, encontra-se atualmente com 15 lotes, dois sem construir. A implantação pode ser observada na foto aérea da figura 53 e no desenho da figura 54.



Fig. 53. Foto aérea do local. Fonte: Google Earth, 2012

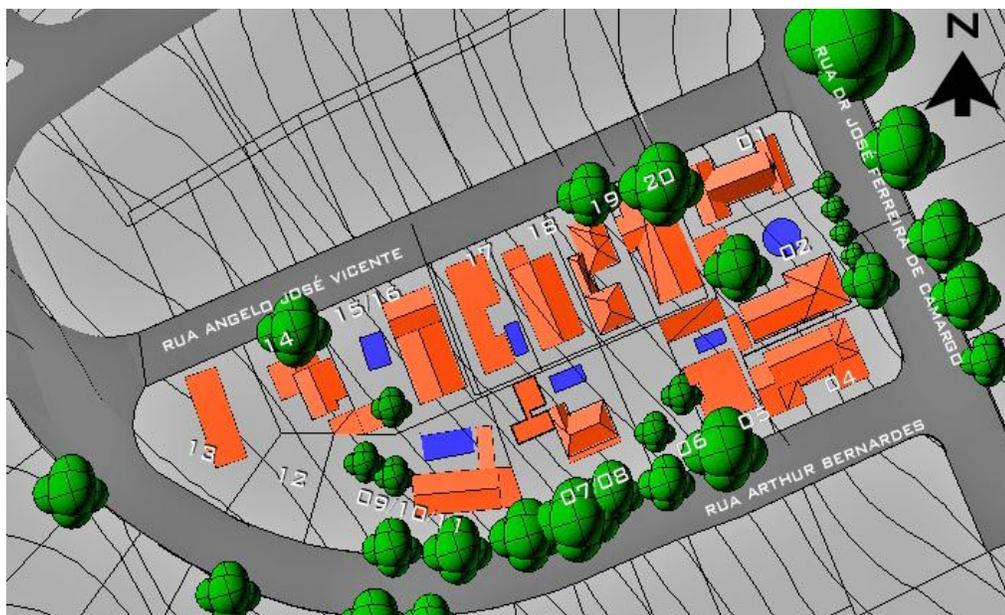


Fig. 54. Implantação dos lotes, das edificações e da vegetação urbana no quarteirão

A Tabela 1 apresenta os dados atuais extraídos das fichas fornecidas pelo DIDC, e complementados por cálculos de área livre, taxa de ocupação (TO) e coeficiente de aproveitamento (CA).

Tabela 1 – PARÂMETROS URBANÍSTICOS

lote	TERRENO			CONSTRUÇÃO (m ²)				
	testada (ml)	área (m ²)	nº pav.	Ocupada	Total	Livre	TO	CA
L 01	23,42+35,00	692,00	2	298,60	368,60	393,40	0,43150	0,53265
L 02/03	30,00	1.050,00	1	233,00	233,00	817,00	0,22190	0,22190
L 04	23,42+29,00	692,00	2	315,40	459,40	376,60	0,45578	0,66387
L 05	15,00	525,00	2	230,00	269,60	295,00	0,43809	0,51352
L 06	15,00	525,00		-	-	525,00	-	-
L 07/08	32,00	1.152,00	2	352,00	507,50	800,00	0,30555	0,44053
L 09/10/11	54,00	1.382,00	2	250,30	460,20	1.131,70	0,18111	0,33299
L 12	20,00	421,00		-	-	421,00	-	-
L 13	24,64+42,30	845,00	3	230,00	497,00	615,00	0,27218	0,58816
L 14	19,00	515,00	1	244,00	244,00	271,00	0,47378	0,47378
L 15/16	31,00	1.069,00	2	198,65	424,35	870,35	0,18582	0,39695
L 17	15,00	525,00	2	189,15	303,00	335,85	0,36028	0,57714
L 18	15,00	525,00	1	213,50	213,50	311,50	0,40666	0,40666
L 19	15,00	525,00	1	210,00	210,00	315,00	0,40000	0,40000
L 20	15,00	525,00	1	310,70	310,70	214,30	0,59180	0,59180
Totais		10.968,00		3.275,30	4.500,85	7.692,70	0,29862	0,41036
Permitido pela LUOS				5.484,00	10.968,00	5.484,26	0,5	1,0

Os lotes 02/03, 07/08, 09/10/11 e 15/16 foram anexados; como resultado, temos terrenos com áreas acima dos 1.000,00 m² e com áreas de construção próximas dos 500,00 m², enquanto a maioria dos lotes permaneceu com suas medidas e área originais, pouco acima dos 500,00 m² e com áreas de construção que variam entre 210,00 e 310,00 m². O lote 09/10/11 tem a mais baixa taxa de ocupação (0,18111) enquanto a unidade 20 ultrapassa a taxa de ocupação permitida (0,59180).

A LUOS permite uma taxa de ocupação de 0,5 ou 5.484,00 m² e um coeficiente de aproveitamento igual a 1,0, ou seja, 10.968,00 m², com área livre mínima de 5.484,00 m². Os 7.692,70 m² de área livre existente sobre o quarteirão com 10.968,00 m² propiciam uma média de taxa de ocupação para o quarteirão de 0,29862, e com os 4.500,85 m² de área construída, um coeficiente de aproveitamento de 0,41036; índices que exibem baixas densidades construtivas, no caso, de 4.103,62 m²/ha. Considerados 05 (cinco) habitantes por unidade residencial, haverá um total de 75 (setenta e cinco) habitantes por quarteirão, o

que representa 68,38 hab/ha, baixa densidade¹⁷ para os padrões de uma cidade como Campinas. (Na RMC a densidade demográfica é de 780,39 hab/km² e para Campinas é de 1.371,01 hab/km²).

As ruas

A Rua Arthur Bernardes, ao sul do quarteirão, e a Rua Dr. José Ferreira de Camargo, a leste, na parte superior da quadra, apresentam uma arborização pública em conformidade com a insolação, pois não sombreia as edificações (o que permite que as fachadas a leste e respectivas aberturas recebam o sol), e sim, sombreia a rua, como se pode ver nas fotos (tomadas às 10h00, figuras 55, 56, 57 e 58); e com a rede elétrica bem posicionada em relação à arborização.



Fig. 55. Foto do lote 13 pela Rua Arthur Bernardes



Fig. 56. Foto do lote 07/08 à Rua Arthur Bernardes



Fig. 57. Foto do lote 07/08 à Rua Arthur Bernardes.



Fig. 58. Foto do lote 01 à Rua Dr. José F. de Camargo

¹⁷ Baixas Densidades no Brasil, de acordo com Acioly e Davidson (1998, p. 58) e de acordo com Mascaró e Mascaró (2001) são consideradas aquelas que, pelo custo da infraestrutura, devem estar abaixo dos 300 habitantes/ha; as médias densidades entre 300 e 600 hab/ha e as altas densidades acima destes valores.

Já a Rua Ângelo José Vicente, ao norte, com uma declividade acentuada apresenta uma vegetação pública com árvores de grande porte à frente das edificações e em conflito com a rede elétrica (fotos das figuras 59 e 60); e, por outro lado, na frente de outros lotes não há vegetação (fotos das figuras 61 e 62), o que demonstra falta de planejamento e considerações de insolação na implantação das árvores com relação às edificações e à rua.



Fig. 59. Foto dos lotes 01 e 20



Fig. 60. Foto do lote 14



Fig. 61. Foto dos lotes 18 e 17



Fig. 62. Foto do lote 17

Geração dos envelopes solares

Foi gerado um envelope solar (ES) sobre cada lote, incluindo a rua (figura 63) para análise de implantação das edificações no lote; e com as sombras no dia 21 de junho, às 10h00 (figura 64), no solstício de inverno, dia em que o sol está mais inclinado e as sombras são maiores; também, considerando a orientação do quarteirão, dos lotes e da inclinação das ruas, inclusive com a indicação da

arborização pública e privada, na implantação do quarteirão. Para a geração dos ESs foi incluída toda a rua, a fim de obter um volume maior do ES, sem prejuízo dos direitos dos quarteirões vizinhos, pois quando da geração dos seus ESs, também, incluiriam a rua, garantindo da mesma forma os direitos deste quarteirão.

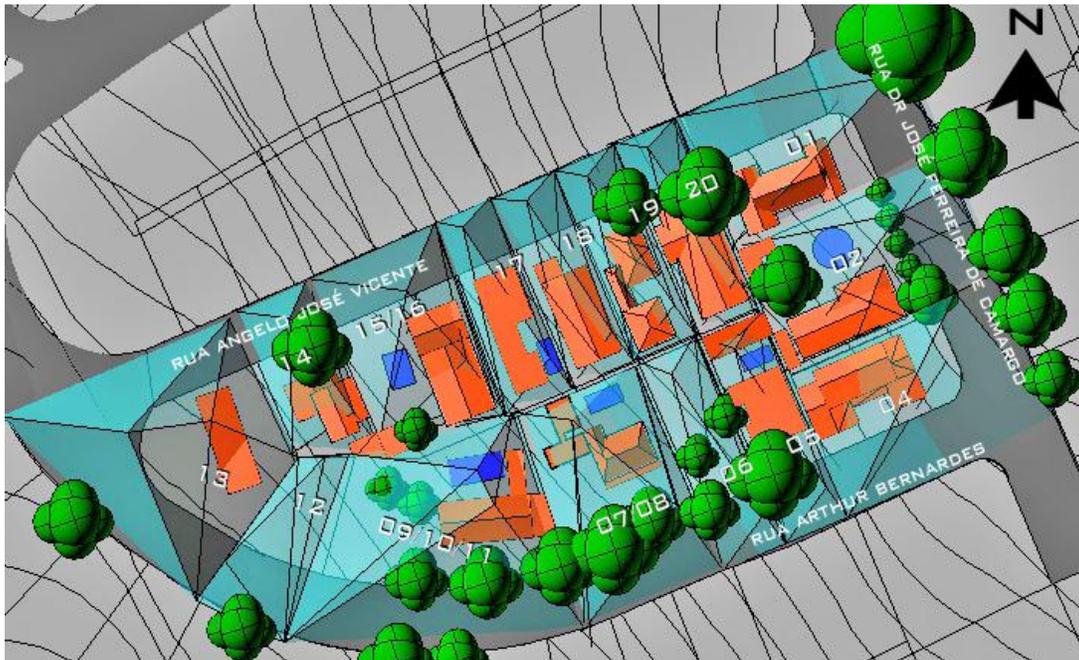


Fig. 63. Implantação do quarteirão com os envelopes solares sobre cada lote

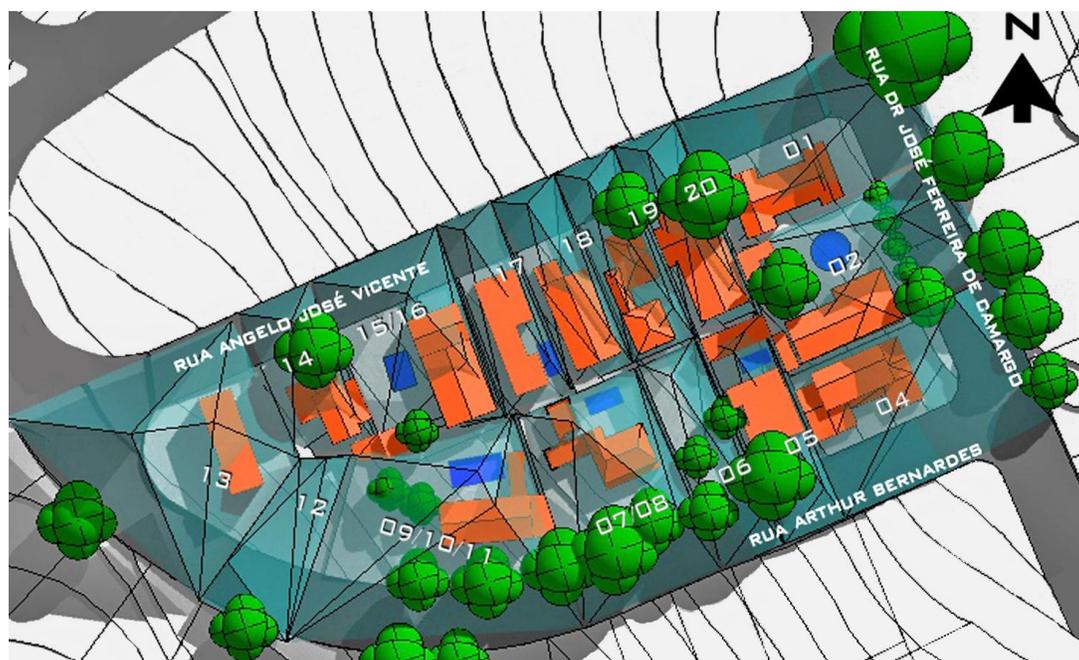


Fig. 64. Implantação geral com as edificações, árvores e sombras. 21 de junho às 10h00

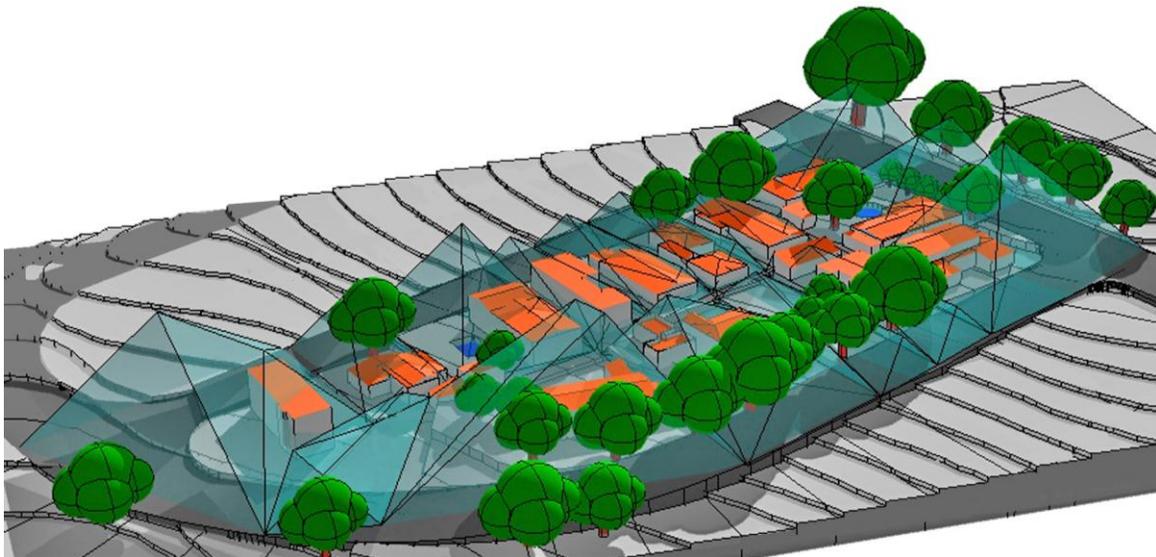


Fig. 65. Vista em 3D. Implantação com as edificações e árvores, com sombras. 21 de junho às 10h00

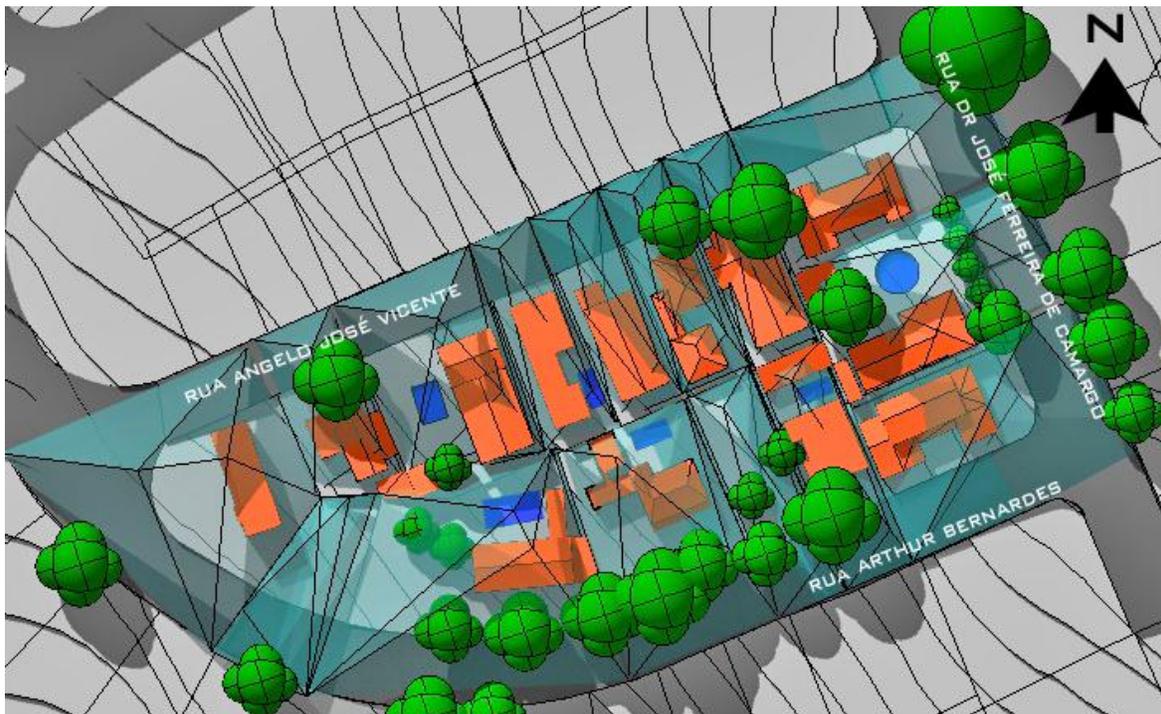


Fig. 66. Implantação com as edificações e árvores, com sombras. 21 de junho às 14h00

Pela implantação na figura 63, com as ilustrações no horário das 10h00 (figuras 64 e 65) e no horário das 14h00 (figura 66), pode-se observar, pelas cores mais claras dos telhados, que as coberturas das residências extrapolam os limites dos envelopes solares, bem como as copas das árvores. Por exemplo, no lote 01, no qual a edificação existente ultrapassa estes limites na divisa com a unidade 20

(ver detalhe na figura 67); a edificação poderia até ter sido implantada mais afastada desta divisa; e, pelo fato do lote ser de esquina, o envelope solar fica mais alto o que permitiria aumentar a altura da edificação, aproximando-se mais dos alinhamentos, como apresentado na figura 68, e verticalizar até os limites do ES.

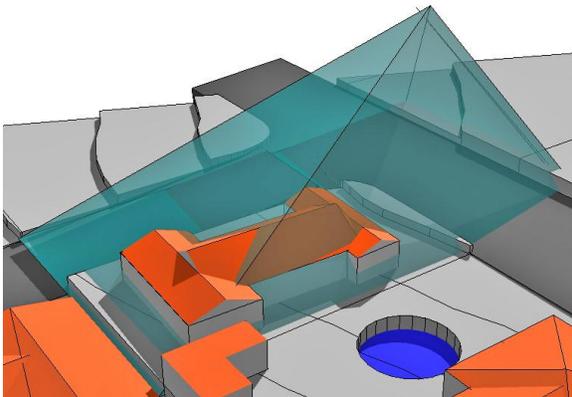


Fig. 67. Detalhe: Lote 01 Existente

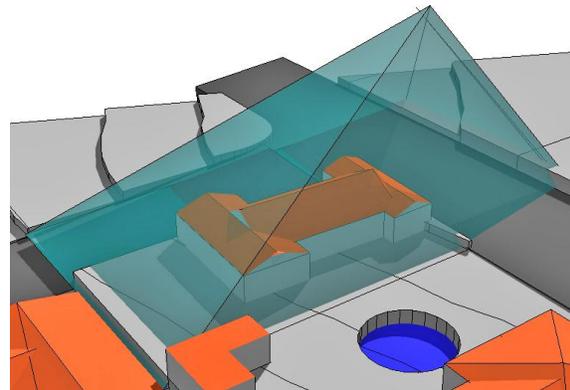


Fig. 68. Detalhe. Edificação dentro do ES

Os lotes 02 e 03 foram anexados, porém a edificação foi executada só no lote 03, com reserva do número 02 para o lazer, com a construção de uma piscina e de uma edícula. Verifica-se, também, pelas figuras 63 a 66, que a edificação excede os limites do ES, e que esta construção poderia ter sido erigida mais próxima da rua, afastando-se da divisa com o lote 05; também é possível, pela volumetria do ES, aumentar a sua altura. Um exemplo que se repete no interior de quase todos os quarteirões, é o da árvore existente no fundo do terreno, que protege a casa do sol da tarde (figura 70), mas por outro lado, de manhã (figura 69), ela sombreada a piscina, o jardim interno e parte da edificação vizinha, lote 05, não permitindo assim, o acesso ao sol desta unidade.

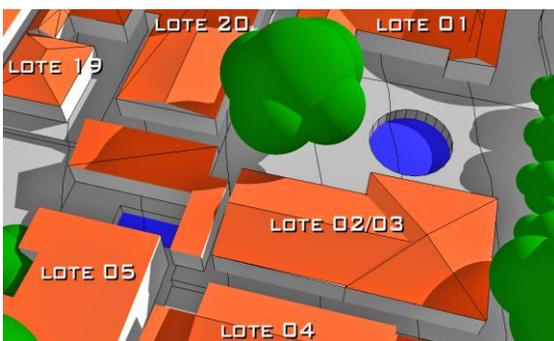


Fig. 69. Lotes 02/03 e lote 05. Sombras 10h00

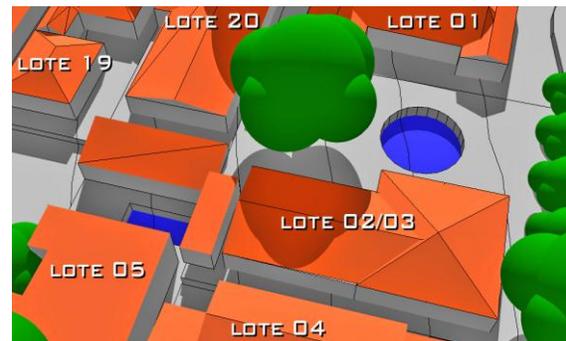


Fig. 70. Lotes 02/03 e 05. Sombras 14h00

No lote 04, observa-se mais uma edificação mal posicionada. Segundo os critérios que aqui se desenvolvem, a edificação deveria estar mais próxima da rua Dr. José Ferreira de Camargo para não extrapolar os limites do ES.

O lote 05, por encontrar-se situado em nível mais baixo do que os vizinhos 04 e 02/03, é prejudicado pela pouca distância entre a fachada lateral (que deve receber o sol do leste) e estas edificações vizinhas, e assim, é sombreado na parte da manhã, e até a árvore no fundo da casa 02/03 contribui para sombrear o seu quintal, a piscina e o solarium, e parte da edificação principal. Neste lote, assim como naqueles com orientação similar, lotes 16, 17, 18, 19 e 20, os envelopes solares apresentam volumes insuficientes e as edificações ultrapassam seus limites.

A edificação sobre o lote unificado 07/08 não apresenta problemas de sombreamento e está suficientemente distanciada dos vizinhos; já a edificação no lote unificado 09/10/11 ultrapassa o ES, e poderia estar mais afastada do lote 07/08, a piscina está bem orientada para o norte com afastamentos das divisas, de forma tal que não é atingida pelas sombras nos horários matinais.

O lote 13, mais isolado, na parte mais baixa do quarteirão, também extrapola os limites do ES; a edificação deveria ser implantada mais perto da esquina, ou reduzir a sua altura.

O lote 14 ultrapassa os limites do ES nos fundos e a árvore de grande porte na calçada faz sombra na edificação.

O lote unificado 15/16 tem a edificação apenas sobre o lote 16, reservando o lote 15 para o lazer e piscina. A edificação no lote 16, assim como as outras nos lotes 17, 18, 19 e 20 é prejudicada pela orientação dos lotes e pelo seu formato (frentes menores do que as suas laterais), pelo relevo do terreno, pela inadequada implantação no terreno e pela altura das edificações vizinhas, em diferentes níveis, as de nível mais baixo são sombreadas pelas de nível imediatamente acima. As árvores de grande porte plantadas na rua, de frente aos lotes 19 e 20,

também provocam sombreamento. A figura 71 mostra o sombreamento, às 10h00 da manhã, da casa 20 sobre a casa 19; da casa 19 sobre a casa 18; da casa 18 sobre a casa 17 e desta sobre a casa 16, o que está incorreto com os princípios de insolação para as fachadas e compartimentos.



Fig. 71. Detalhe de sombreamento. Lotes 16, 17, 18, 19 e 20

Adensamento e verticalização

As edificações de frente para a Rua Ângelo José Vicente, sobre os lotes 17, 18, 19 e 20 estão atualmente com seus usos modificados, de residencial para comercial, o que provoca posturas diferentes na legislação, pois que, no uso residencial, deve ser contemplada a insolação no interior dos compartimentos; já no uso comercial, nem sempre o sol é desejado; assim, como sugestão, optou-se por gerar um envelope solar sobre cada dois lotes, com reserva de um espaço para aeração entre as edificações, o que resultou em novas volumetrias, nas quais são introduzidos os módulos construtivos. Estes dois ESs permitirão, também, novas e diferentes volumetrias para as futuras edificações em cada lote isoladamente (sugestões 1a e 1b) ou em cada dois lotes (sugestões 2a e 2b). Também foi gerado um único ES juntando os quatro lotes, como mostrado nas sugestões 3a e 3b. As residências sobre os lotes com frente para a Rua Dr. José Ferreira de Camargo e Rua Arthur Bernardes permanecem com seus usos residenciais, o que vai caracterizar, então, um quarteirão com novos usos (mistos).

Sugestão 1a, para lotes isolados (ESs das 10h00 às 14h00).

Foi gerado um ES sobre os lotes 17 e 18, e outro sobre os lotes 19 e 20 (figura 72), considerando, para os efeitos de simulação, uma edificação para cada lote isoladamente, com a colocação dos módulos construtivos dentro dessas volumetrias (figura 73), e verificadas as suas sombras às 10h00 (figura 74) e 14h00 (figura 75).

Pode-se observar que, mesmo com dimensões iguais, os envelopes solares gerados sobre os lotes exibem volumes diferentes, devido à orientação e à topografia do terreno. A forma retangular dos lotes com frente de 15,00m e 35,00m da frente aos fundos, tem uma extensão nas laterais, onde deve haver uma distância apenas para aeração e iluminação natural das edificações, e não podem estas laterais ter aberturas para insolação dos compartimentos, ou para captação de energia solar. O resultado da simulação pode ser visto nas figuras de 73 a 78, e, em destaque na figura 79.

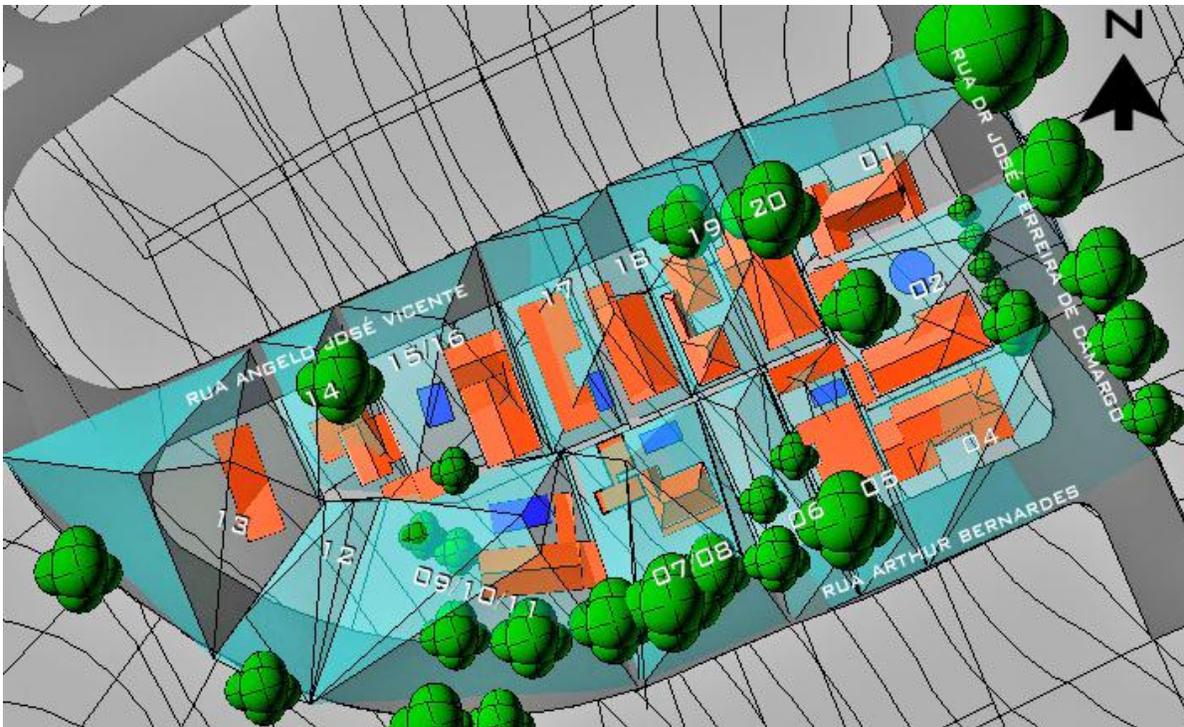


Fig. 72. Geração de dois envelopes solares: um sobre os lotes 17 e 18 e outro sobre os lotes 19 e 20

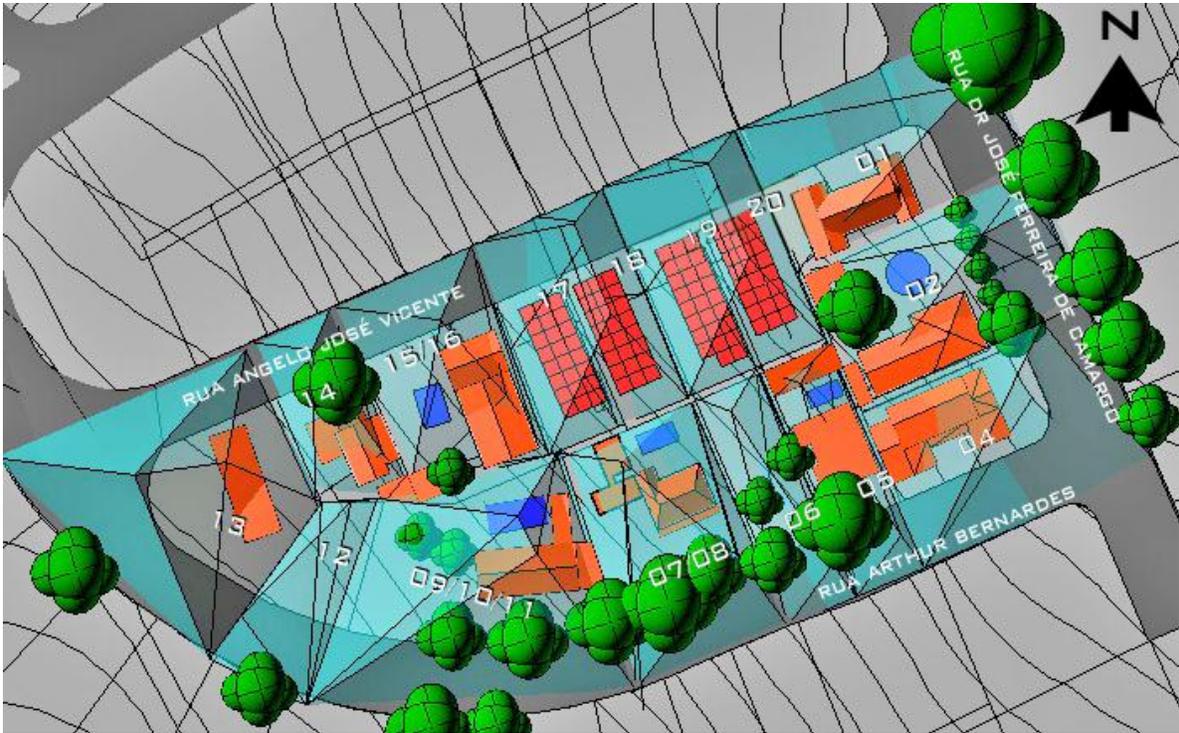


Fig. 73. Sugestão 1a. Implantação com a introdução dos módulos construtivos



Fig. 74. Sugestão 1a com os módulos construtivos e suas sombras às 10h00



Fig. 75. Sugestão 1a com os módulos construtivos e suas sombras às 14h00

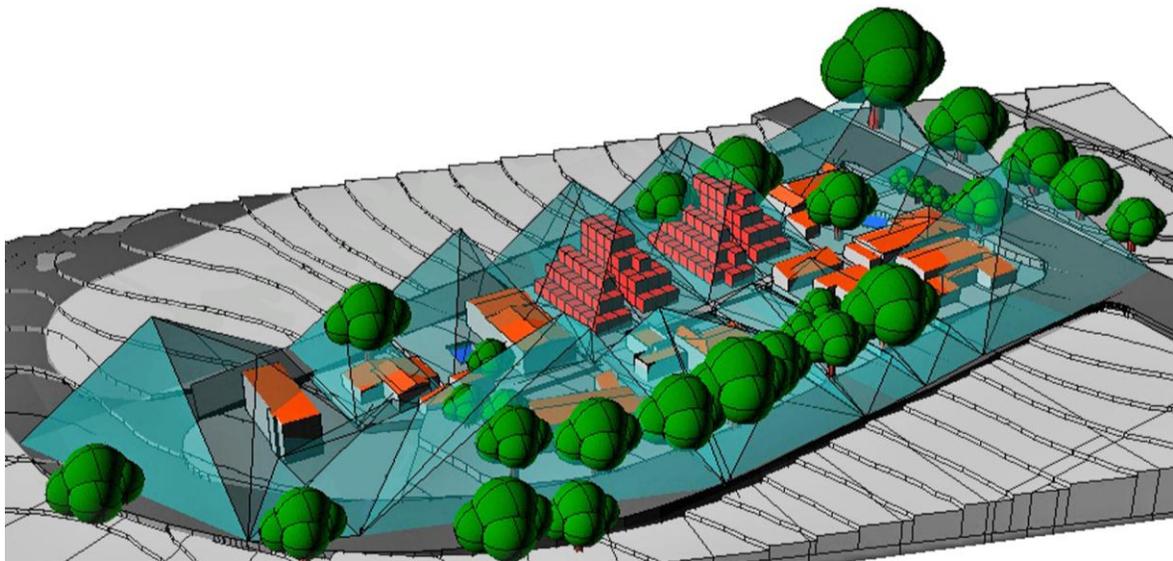


Fig. 76. Sugestão 1a. Vista em 3D com os envelopes solares

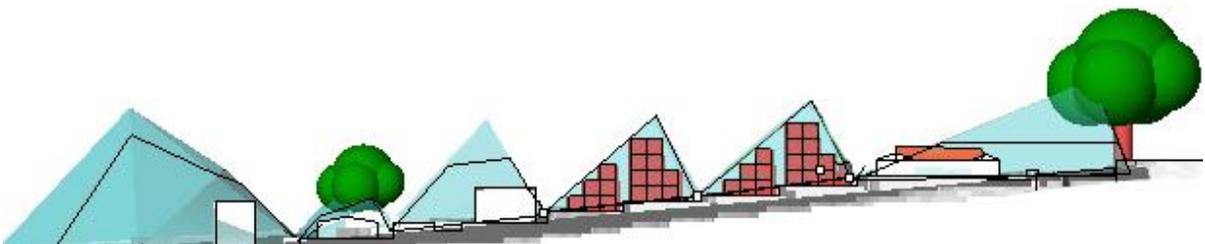


Fig. 77. Sugestão 1a. Corte esquemático

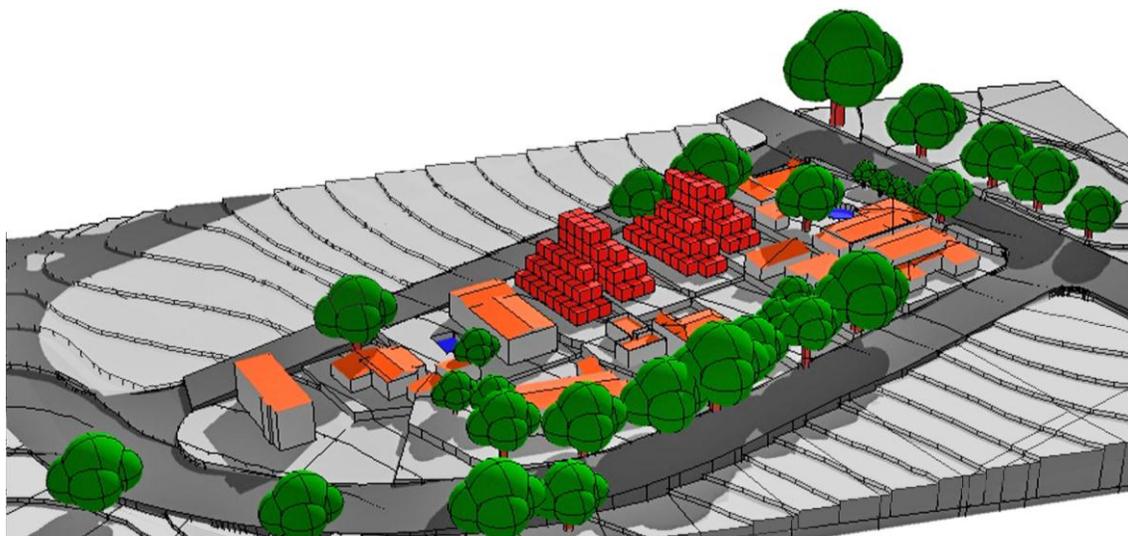


Fig. 78. Sugestão 1a. 3D sem os envelopes solares e com sombras às 10h00

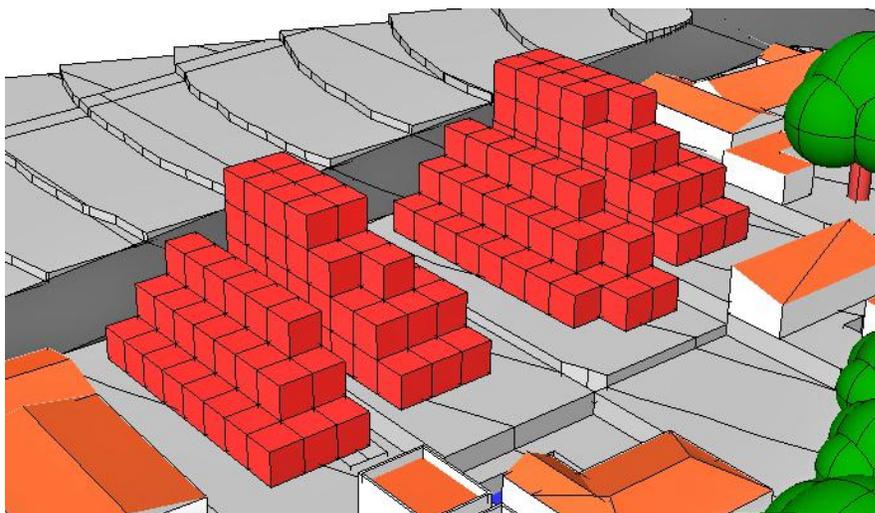


Fig. 79. Sugestão 1a. Detalhe

O levantamento dos módulos construtivos inseridos nos volumes dos ESs mostrados em detalhe na figura 79 permitiu a confecção da Tabela 2 para efetuar as comparações necessárias entre os valores existentes e permitidos pela LUOS e os novos valores, anotados em vermelho na tabela, obtidos com a volumetria dos ESs.

Os ESs permitem um potencial máximo de construção, que vem acarretar um aumento nas áreas ocupadas e respectivas taxas de ocupação, bem como no coeficiente de aproveitamento. Pode-se constatar, pela tabela, o aumento de ocupação nos lotes 17, 18 e 19, e a diminuição no lote 20, que já excedia o limite

permitido pela LUOS; no entanto, o CA aumenta nos quatro lotes, e principalmente, nos lotes 18 e 20, o CA chega a ser maior que 1,0.

Tabela 2 – PARÂMETROS URBANÍSTICOS (Sugestão 1a, das 10h00 às 14h00)

TERRENO		CONSTRUÇÃO (m²)					
lote	área (m²)	nº pav.	Ocupada	Total	Livre	TO	CA
L 01	692,00	2	298,60	368,60	393,40	0,43150	0,53265
L 02	1.050,00	1	233,00	233,00	817,00	0,22190	0,22190
L 04	692,00	2	315,40	459,40	376,60	0,45578	0,66387
L 05	525,00	2	230,00	269,60	295,00	0,43809	0,51352
L 06	525,00				525,00		
L 07/08	1.152,00	2	352,00	507,50	800,00	0,30555	0,44053
L 09/10/11	1.382,00	2	250,30	460,20	1.131,70	0,18111	0,33299
L 12	421,00				421,00		
L 13	845,00	3	230,00	497,00	615,00	0,27218	0,58816
L 14	515,00	1	244,00	244,00	271,00	0,47378	0,47378
L 15/16	1.069,00	2	198,65	424,35	870,35	0,18582	0,39695
L 17	525,00	2	189,15	303,00	335,85	0,36028	0,57714
		3	216,00	396,00	309,00	0,41142	0,75428
L 18	525,00	1	213,50	213,50	311,50	0,40666	0,40666
		4	216,00	576,00	309,00	0,41142	1,09714
L 19	525,00	1	210,00	210,00	315,00	0,40000	0,40000
		3	234,00	423,00	291,00	0,44571	0,80571
L 20	525,00	1	310,70	310,70	214,30	0,59180	0,59180
		4	216,00	594,00	216,00	0,41142	1,13142
Totais	10.968,00		3.275,30	4.500,85	7.692,70	0,29862	0,41036
			3.233,95	5.452,65	7.641,05	0,29485	0,49714

Nota: em vermelho, os valores obtidos com a volumetria resultante dos envelopes solares.

Com o aumento da ocupação e do CA, conseqüentemente, majoram-se, também as densidades para o quarteirão: a densidade construtiva passa de 4.103,62 m²/ha para 4.971,41 m²/ha; a densidade populacional¹⁸ de uso residencial de 68,38 hab/ha para 82,84 hab/ha e a densidade populacional de comercial e/ou de prestação de serviços para 192,15hab/ha. Estes novos números demonstram que, não obstante o aumento, ainda representam baixas densidades, e não causam grandes impactos à infraestrutura urbana existente, já que está dimensionada para aumentar o consumo de água, energia elétrica, escoamento de águas e tráfego de veículos, podendo suportar, da mesma forma, o aumento das densidades e a verticalização. A altura das edificações passa de dois para 3 e 4 pavimentos com garantia, à vizinhança, de diretos de acesso ao sol.

¹⁸ A densidade populacional de uso residencial, foi extraída do cálculo de 5 pessoas por unidade residencial, e a densidade populacional de uso comercial ou de prestação de serviços, do cálculo de 5 pessoas para cada 60,00 m² de área com uso comercial - prestação de serviços - (módulo comercial adotado pela LUOS para determinar o número de vagas nos estacionamentos).

Sugestão 1b, para lotes isolados (das 11h00 às 13h00)

Nesta sugestão, para efeito comparativo, foi gerado um ES sobre cada dois lotes (17 e 18, e 19 e 20), para o período das 11h00 às 13h00, a fim de conferir os novos aumentos com a introdução dos módulos construtivos neste novo período (figura 80), com a verificação das respectivas sombras, às 11h00 (figura 81) e 13h00 (figura 82).

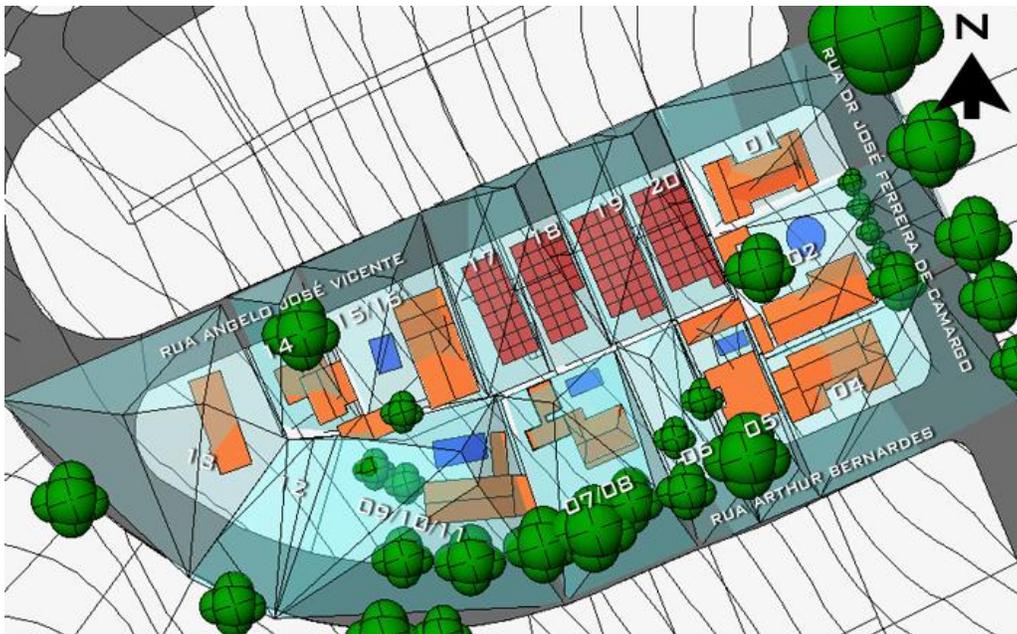


Fig. 80. Sugestão 1b. Geração dos ESs com a introdução dos módulos construtivos



Fig. 81. Sugestão 1b. Com os módulos construtivos e suas sombras às 11h00.

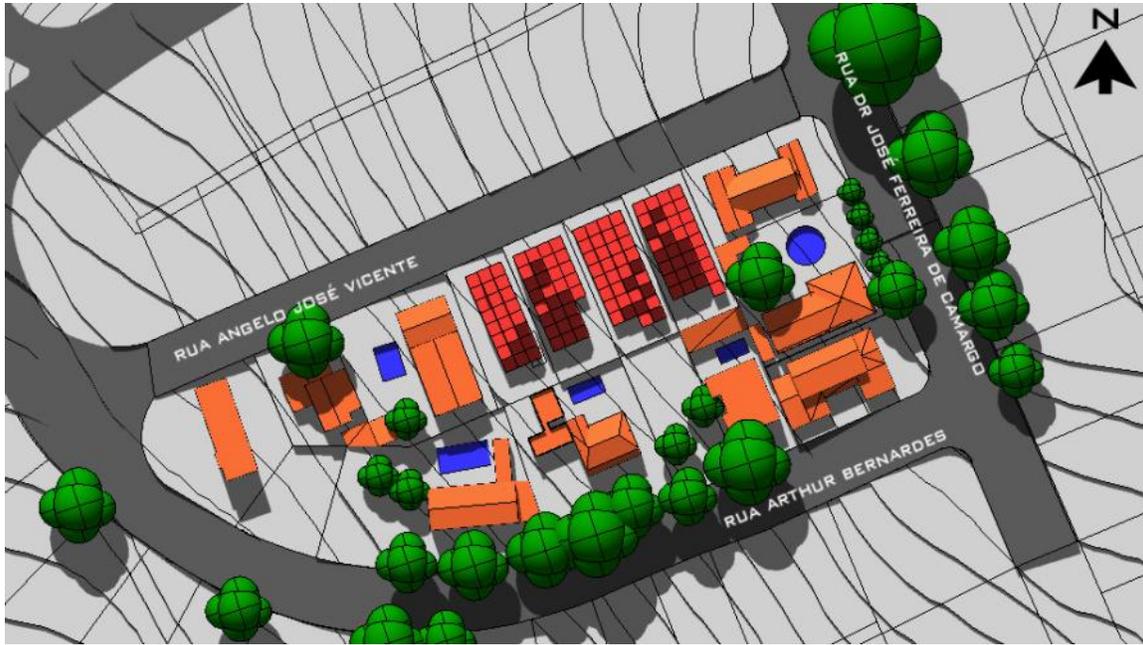


Fig. 82. Sugestão 1b. Com os módulos construtivos e suas sombras às 13h00.

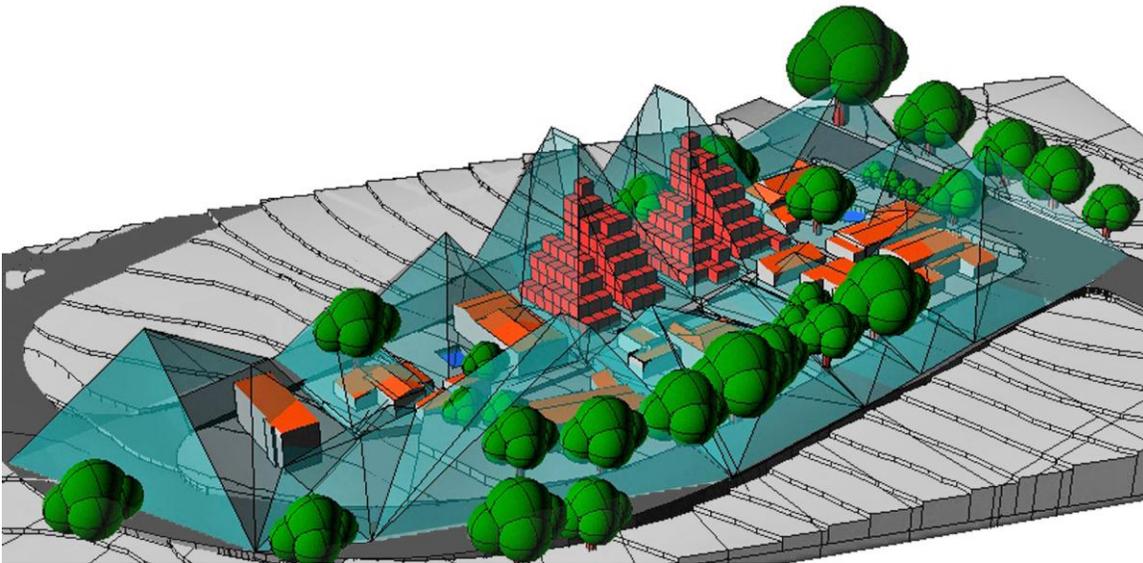


Fig. 83. Sugestão 1b. Vista em 3D com os ESs

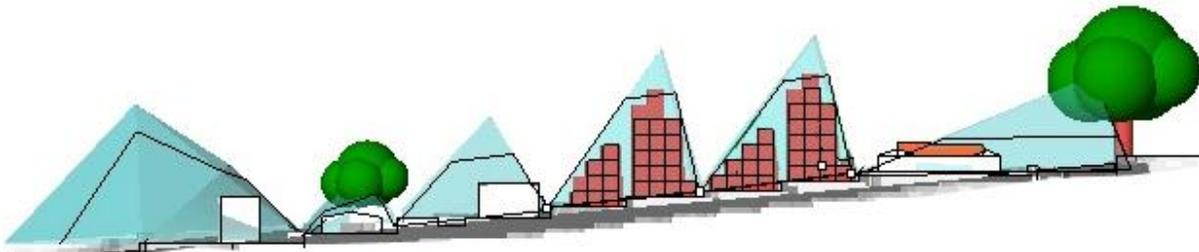


Fig. 84. Sugestão 1b. Corte esquemático

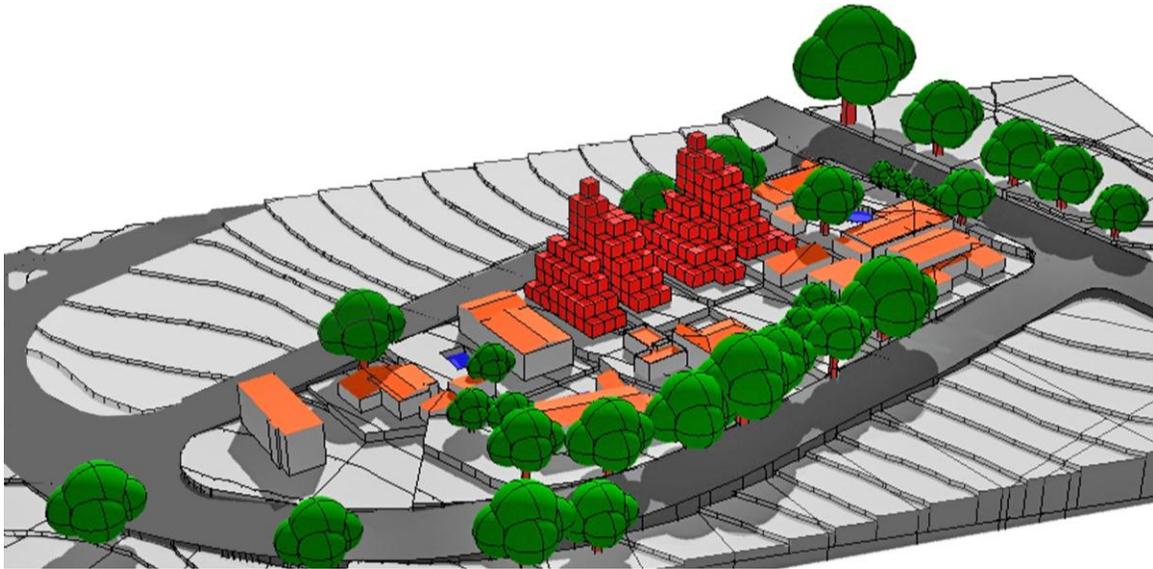


Fig. 85. Sugestão 1b. Sem os ESs e com sombras às 11h00

O resultado da simulação pode ser visto nas figuras de 80 a 85 e em detalhe na figura 86. O levantamento dos módulos inseridos nos volumes dos envelopes solares mostrados em detalhe na figura 86 permitiu a confecção da Tabela 3 para efetuar as comparações necessárias entre os valores existentes e permitidos pela LUOS e os novos valores, anotados em vermelho na tabela, obtidos com a volumetria dos envelopes solares. Valores, estes, ainda maiores do que os obtidos com a introdução dos módulos construtivos nos envelopes solares do período das 10h00 às 14h00.

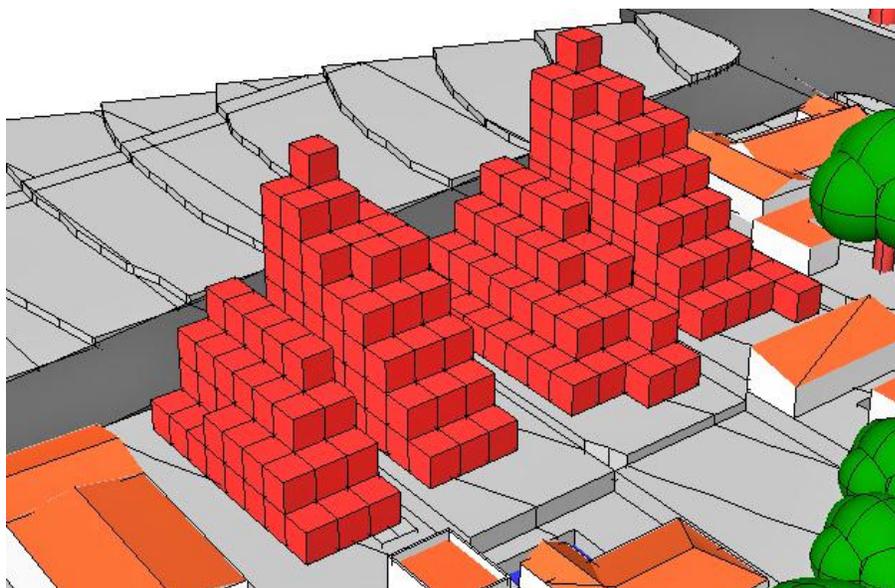


Fig. 86. Sugestão 1b. Detalhe

Tabela 3 – PARÂMETROS URBANÍSTICOS (sugestão 1b, das 11h00 às 13h00)

TERRENO		CONSTRUÇÃO (m²)					
lote	área (m²)	nº pav.	Ocupada	Total	Livre	TO	CA
L 01	692,00	2	298,60	368,60	393,40	0,43150	0,53265
L 02	1.050,00	1	233,00	233,00	817,00	0,22190	0,22190
L 04	692,00	2	315,40	459,40	376,60	0,45578	0,66387
L 05	525,00	2	230,00	269,60	295,00	0,43809	0,51352
L 06	525,00				525,00		
L 07/08	1.152,00	2	352,00	507,50	800,00	0,30555	0,44053
L 09/10/11	1.382,00	2	250,30	460,20	1.131,70	0,18111	0,33299
L 12	421,00				421,00		
L 13	845,00	3	230,00	497,00	615,00	0,27218	0,58816
L 14	515,00	1	244,00	244,00	271,00	0,47378	0,47378
L 15/16	1.069,00	2	198,65	424,35	870,35	0,18582	0,39695
L 17	525,00	2	189,15	303,00	335,85	0,36028	0,57714
		4	216,00	531,00	309,00	0,41142	1,01142
L 18	525,00	1	213,50	213,50	311,50	0,40666	0,40666
		7	261,00	891,00	264,00	0,49714	1,69714
L 19	525,00	1	210,00	210,00	315,00	0,40000	0,40000
		4	306,00	639,00	219,00	0,58285	1,21714
L 20	525,00	1	310,70	310,70	214,30	0,59180	0,59180
		7	297,00	945,00	228,00	0,56571	1,80000
Totais	10.968,00		3.275,30	4.500,85	7.692,70	0,29862	0,41036
			3.431,95	6.469,65	7.536,05	0,31290	0,58986

Nota: em vermelho, os valores obtidos com a volumetria resultante dos envelopes solares.

A Tabela 3 mostra o aumento nas taxas de ocupação e o coeficiente de aproveitamento. Nos quatro lotes o coeficiente de aproveitamento fica maior que 1,0. As novas densidades, para todo o quarteirão, passam a ser: densidade construtiva de 5.898,66 m²/ha, densidade populacional residencial de 98,29 hab/ha e densidade populacional comercial de 269,42hab/ha.

Tabela 4 – COMPARATIVO DOS PARÂMETROS URBANÍSTICOS (Sugestão 1)

TERRENO		CONSTRUÇÃO (m²)					
lote	área (m²)	nº pav.	Ocupada	Total	Livre	TO	CA
L17 Exist	525,00	2	189,15	303,00	335,85	0,36028	0,57714
1a: 10h00-14h00		3	216,00	396,00	309,00	0,41142	0,75428
1b: 11h00-13h00		4	216,50	531,00	309,00	0,41142	1,01142
L18 Exist	525,00	1	213,50	213,50	311,50	0,40666	0,40666
1a: 10h00-14h00		4	216,00	576,00	309,00	0,41142	1,00714
1b: 11h00-13h00		7	261,00	891,00	264,00	0,49714	1,69714
L19 Exist	525,00	1	210,00	210,00	315,00	0,40000	0,40000
1a: 10h00-14h00		3	234,00	423,00	291,00	0,44571	0,80571
1b: 11h00-13h00		4	306,00	639,00	219,00	0,58288	1,21714
L20 Exist	525,00	1	310,70	310,70	214,30	0,59180	0,59180
1a: 10h00-14h00		4	216,00	594,00	309,00	0,41142	1,13142
1b: 11h00-13h00		7	297,00	945,00	228,00	0,56571	1,80000

Nota: em vermelho, os valores obtidos com a volumetria resultante dos envelopes solares

Pela Tabela 4, é possível comparar os aumentos nas duas sugestões: enquanto a sugestão 1a (das 10h00 às 14h00) apresenta índices com variações pouco relevantes, a sugestão 1b (das 11h00 às 13h00) mostra variações maiores, como o coeficiente de aproveitamento, que nos quatro lotes se apresenta maior do que 1,0, atingindo 1,8 no lote 20, valor que representa, pela altura das edificações, verticalização, ainda com baixas densidades.

A altura das edificações vai para 4 e 7 pavimentos (ver também a Tabela 4). A altura das edificações tem pouca variação na primeira sugestão, enquanto na segunda, por apresentar coeficientes de aproveitamento maiores do que 1,0 indica verticalização e chega a alcançar, nos lotes 18 e 20, até 7 pavimentos.

Sugestão 2a, para dois lotes remembrados (das 10h00 às 14h00)

Foi gerado um ES sobre os lotes remembrados 17 e 18 e outro sobre os lotes também remembrados, 19 e 20 para o horário das 10h00 às 14h00, e considerada, com a introdução dos módulos construtivos, uma edificação dentro de cada ES (figura 87), com a verificação de suas sombras nos limites do tempo de cada ES, ou seja, às 10h00 (figura 88) e às 14h00 (figura 89).

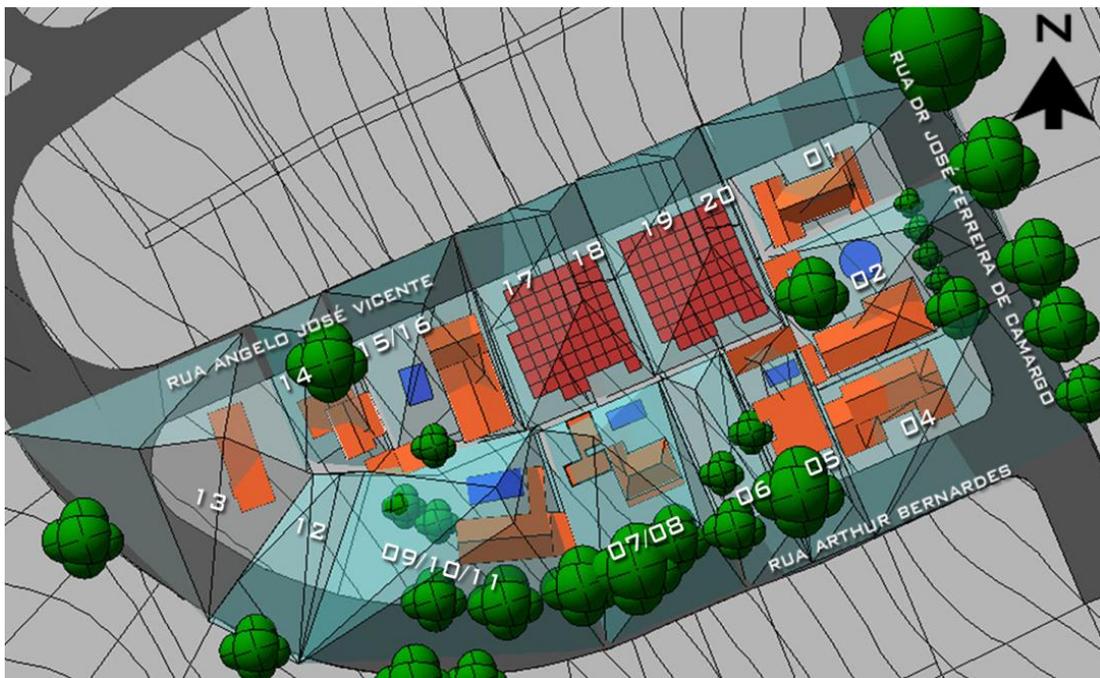


Fig. 87. Sugestão 2a. Implantação nos lotes 17/18 e 19/20 remembrados

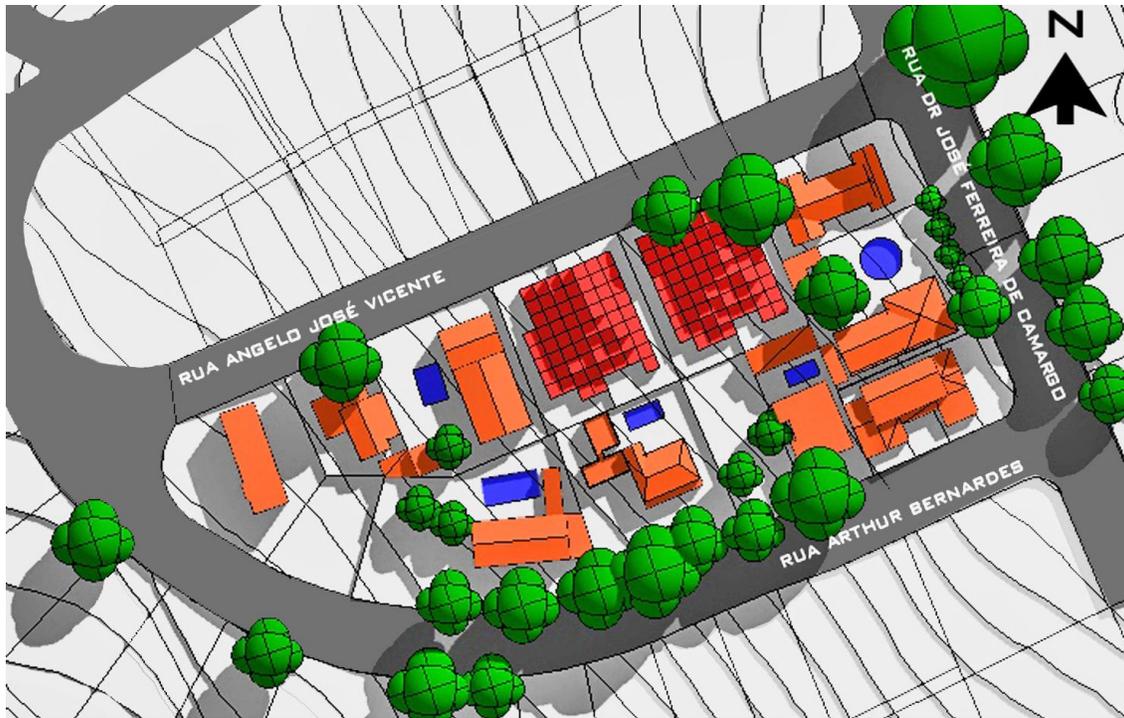


Fig. 88. Sugestão 2a com os módulos construtivos e suas sombras às 10h00

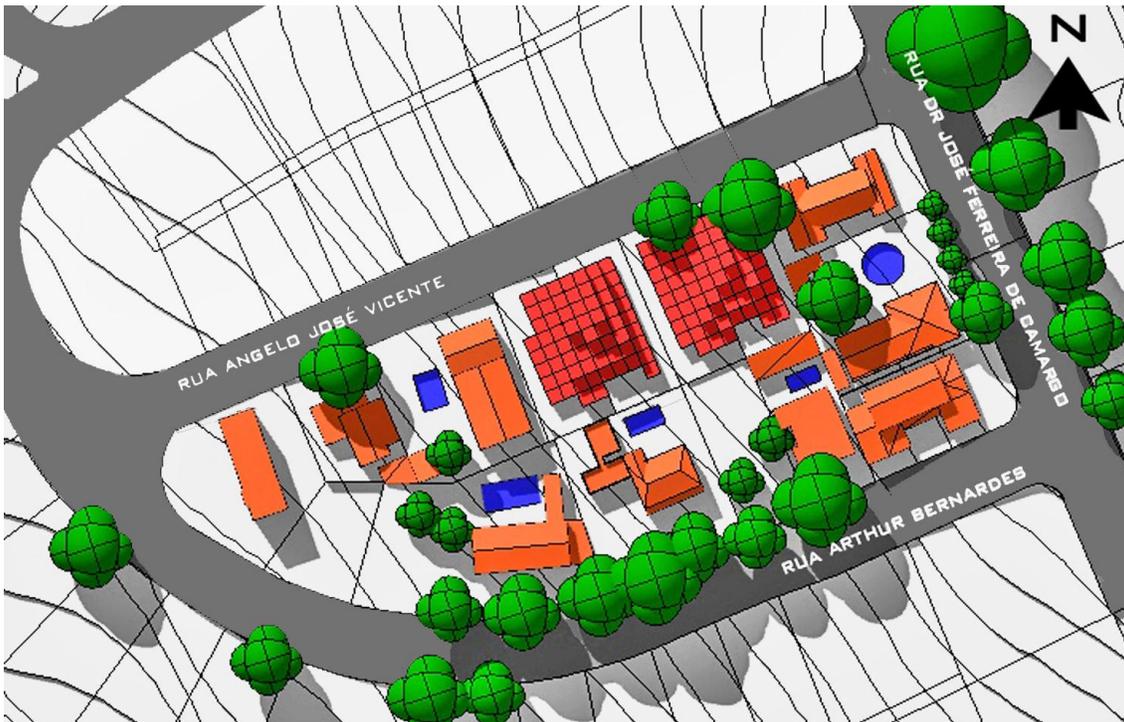


Fig. 89. Sugestão 2a com os módulos construtivos e suas sombras às 14h00

A simulação pode ser vista nas figuras de 87 a 92 e em detalhe na figura 92.

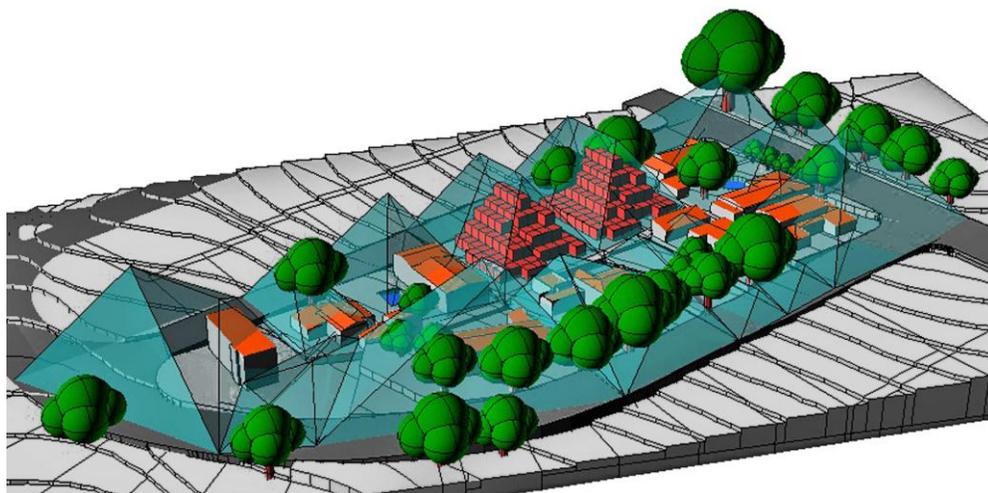


Fig. 90. Sugestão 2a. Vista em 3D com os envelopes solares

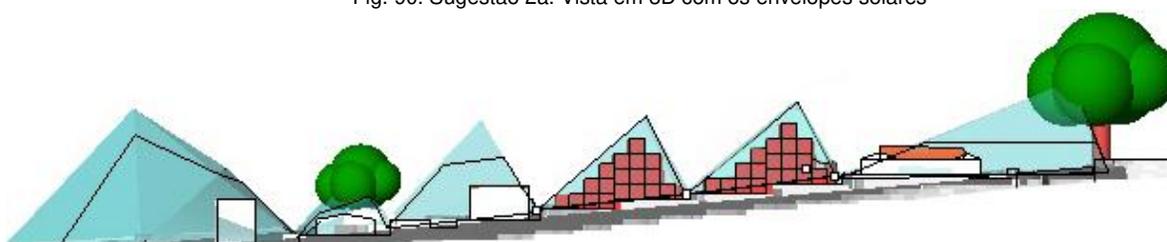


Fig. 91. Sugestão 2a. Corte esquemático

O levantamento dos módulos inseridos nos volumes de cada ES, mostrados nas figuras de 87 a 93, permitiu efetuar as comparações necessárias entre os valores existentes e permitidos pela LUOS e os novos valores obtidos com a volumetria dos envelopes solares (Tabela 5), índices que serão também comparados com as sugestões 1a e 1b, bem como com novas sugestões a serem apresentadas.

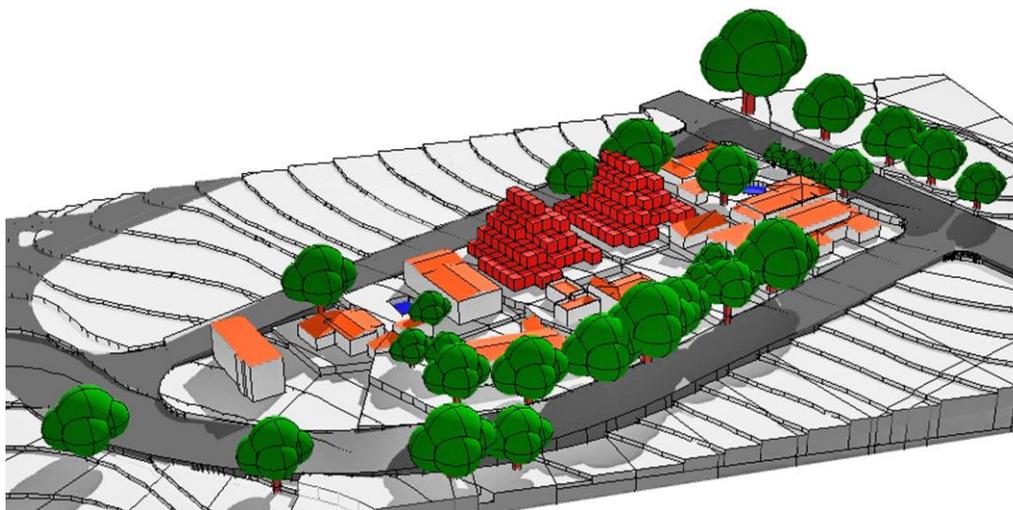


Fig. 92. Sugestão 2a. Vista 3D sem os envelopes solares e com sombras às 10h00

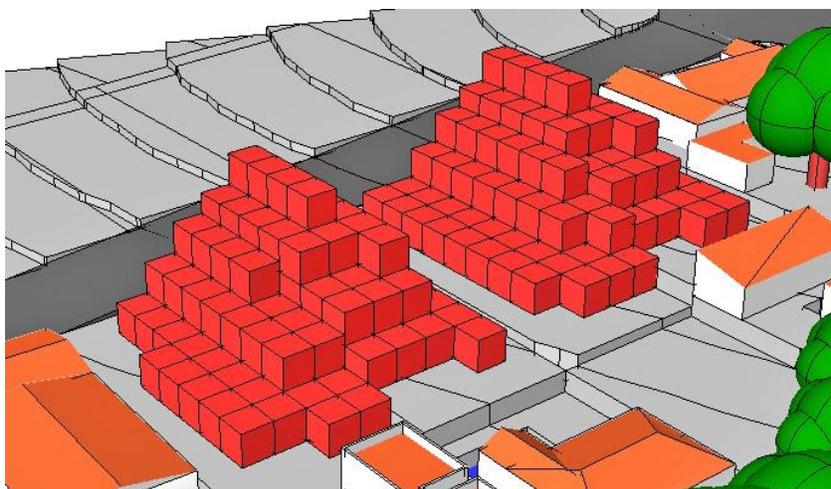


Fig. 93. Sugestão 2a. Detalhe

Tabela 5 – **PARÂMETROS URBANÍSTICOS** (sugestão 2a - das 10h00 às 14h00)

lote	TERRENO		CONSTRUÇÃO (m²)				
	área (m²)	nº pav.	Ocupada	Total	Livre	TO	CA
L 01	692,00	2	298,60	368,60	393,40	0,43150	0,53265
L 02	1.050,00	1	233,00	233,00	817,00	0,22190	0,22190
L 04	692,00	2	315,40	459,40	376,60	0,45578	0,66387
L 05	525,00	2	230,00	269,60	295,00	0,43809	0,51352
L 06	525,00				525,00		
L 07/08	1.152,00	2	352,00	507,50	800,00	0,30555	0,44053
L 09/10/11	1.382,00	2	250,30	460,20	1.131,70	0,18111	0,33299
L 12	421,00				421,00		
L 13	845,00	3	230,00	497,00	615,00	0,27218	0,58816
L 14	515,00	1	244,00	244,00	271,00	0,47378	0,47378
L 15/16	1.069,00	2	198,65	424,35	870,35	0,18582	0,39695
L 17	525,00	2	189,15	303,00	335,85	0,36028	0,57714
L 18	525,00	1	213,50	213,50	311,50	0,40666	0,40666
L17/18	1.050,00	5	576,00	1.107,00	474,00	0,54857	1,05428
L 19	525,00	1	210,00	210,00	315,00	0,40000	0,40000
L 20	525,00	1	310,70	310,70	214,30	0,59180	0,59180
L19/20	1.050,00	5	621,00	1.215,00	429,00	0,59142	1,15714
Totais	10.968,00		3.275,30	4.500,85	7.692,70	0,29862	0,41036
			3.548,95	5.785,65	7.419,05	0,32357	0,52750

Nota: em vermelho, os valores obtidos com a volumetria resultante dos ESs

A Tabela 5 mostra os aumentos, ainda maiores para estes horários, do que a sugestão 1a, e os coeficientes de aproveitamento excedem pouco o valor 1,0. Chega a 1,05428 no lote 17/18, e a 1,15714 no lote 19/20. As novas densidades para o quarteirão são: 5.275,03 m²/ha de construção, 87,90 hab/ha de densidade populacional residencial e 217,45 hab/ha de densidade populacional comercial, consideradas baixas.

A altura das edificações nestes dois lotes vai para 5 pavimentos.

Sugestão 2b, para dois lotes lembrados (das 11h00 às 13h00)

Nesta sugestão, cada ES foi gerado para o período das 11h00 às 13h00, a fim de conferir novamente os aumentos decorrentes da introdução dos módulos construtivos neste novo período (figura 94), com a indicação do lançamento das respectivas sombras às 11h00 (figura 95) e 13h00 (figura 96). A simulação pode ser vista nas figuras de 94 a 99 e em detalhe na figura 100.

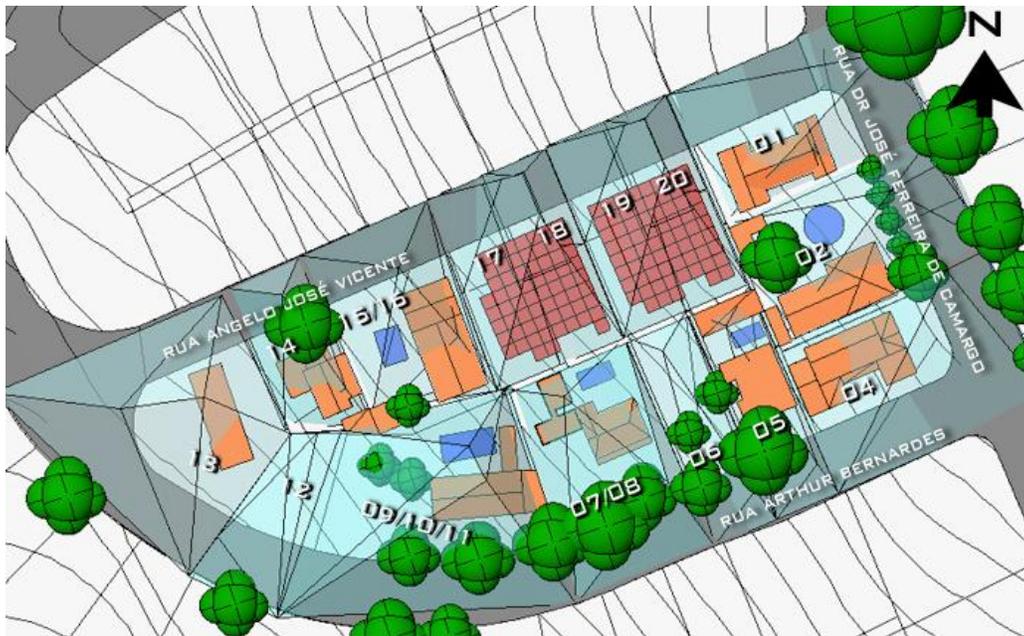


Fig. 94. Sugestão 2b. Implantação nos lotes 17/18 e 19/20 lembrados. ES das 11h00 às 13h00



Fig. 95. Sugestão 2b com os módulos construtivos e suas sombras às 11h00

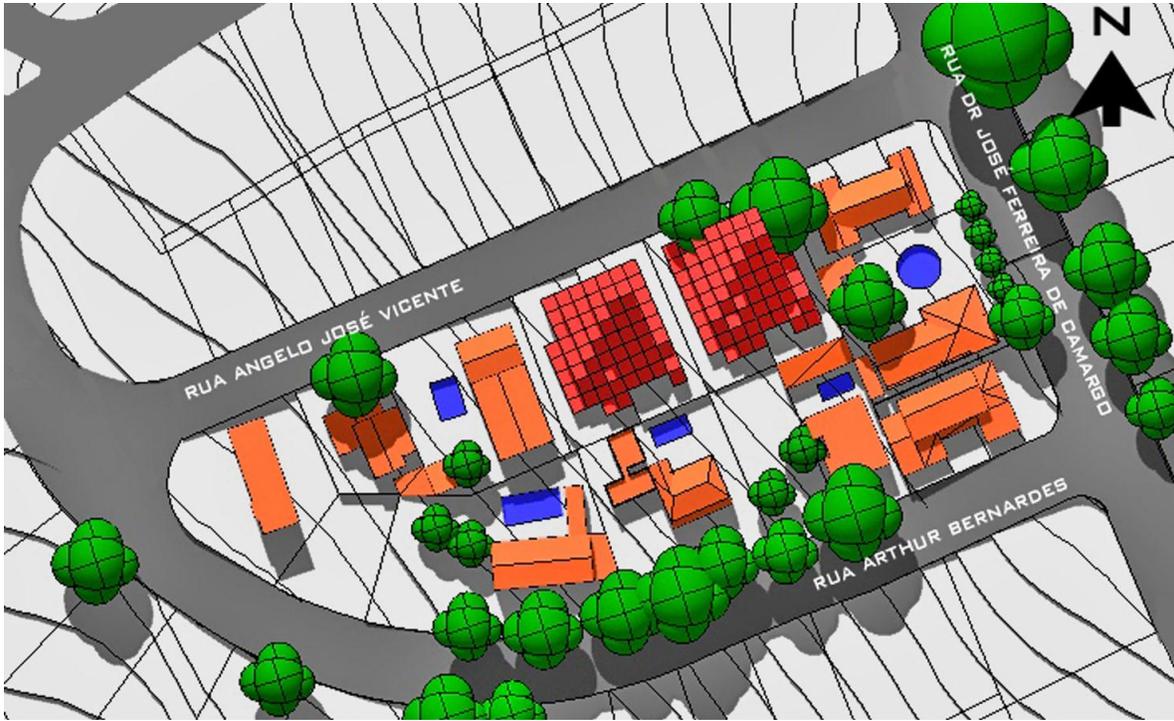


Fig. 96. Sugestão 2b com os módulos construtivos e suas sombras às 13h00

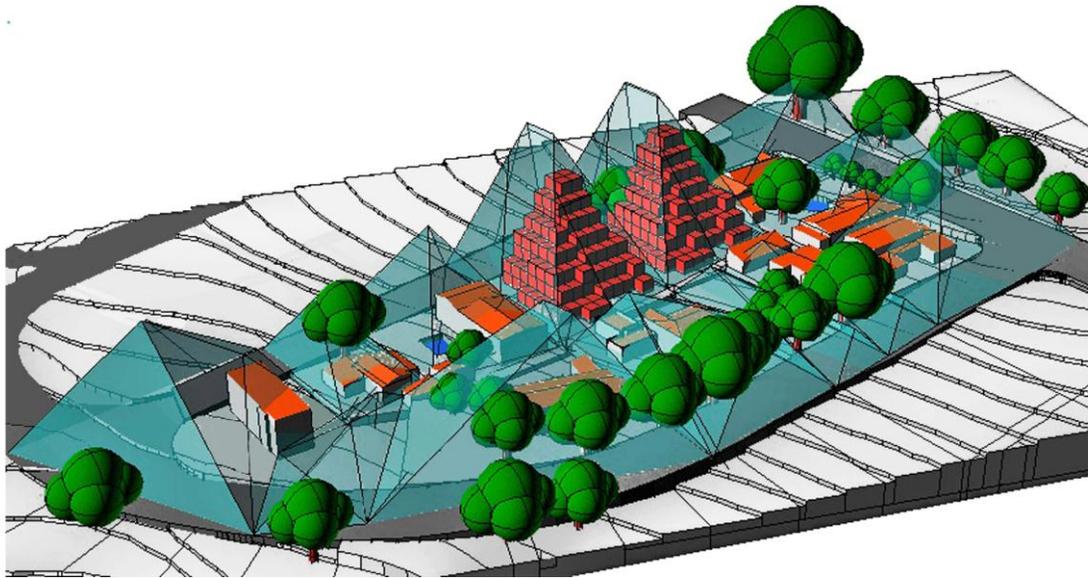


Fig. 97. Sugestão 2b. Vista 3D com os ESs

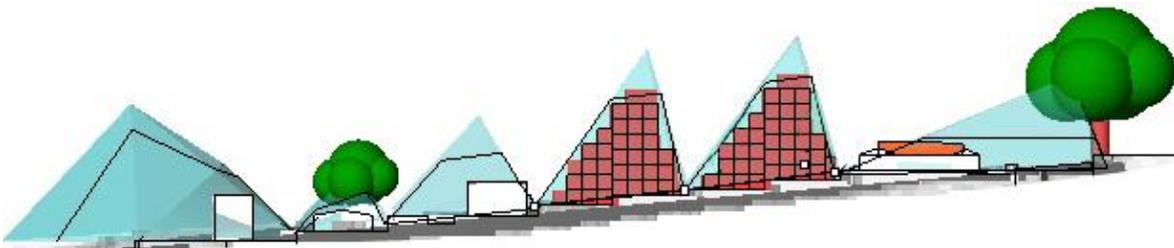


Fig. 98. Sugestão 2b. Corte esquemático

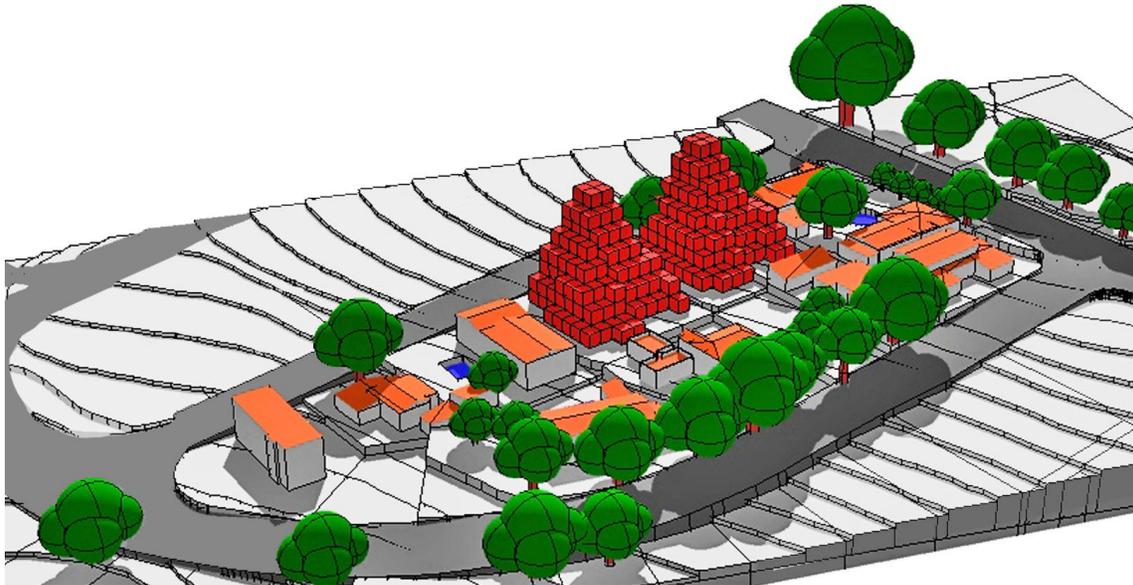


Fig. 99. Sugestão 2b. Vista 3D sem os ESs e com sombras às 11h00

O levantamento dos módulos inseridos nos volumes de cada ES (figuras de 102 a 108) embasou a confecção da Tabela 6, e serviu, como nas sugestões anteriores, para efetuar as comparações necessárias entre os valores existentes e permitidos pela LUOS e os novos valores obtidos com a volumetria dos envelopes solares, índices que também foram comparados com as sugestões aqui apresentadas.

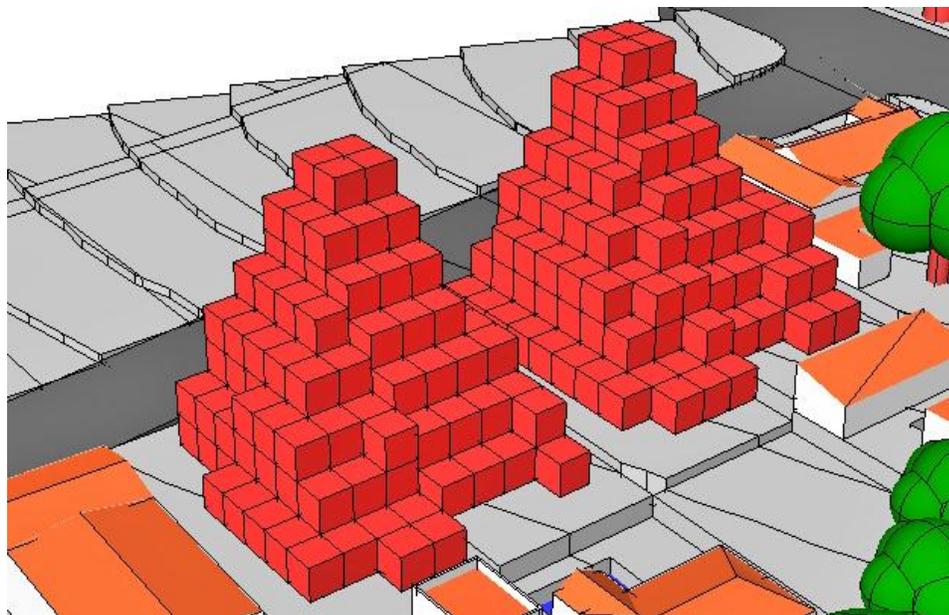


Fig. 100. Sugestão 2b. Detalhe

Tabela 6 – PARÂMETROS URBANÍSTICOS (sugestão 2b - das 11h00 às 13h00)

TERRENO		CONSTRUÇÃO (m²)					
lote	área (m²)	nº pav.	Ocupada	Total	Livre	TO	CA
L 01	692,00	2	298,60	368,60	393,40	0,43150	0,53265
L 02	1.050,00	1	233,00	233,00	817,00	0,22190	0,22190
L 04	692,00	2	315,40	459,40	376,60	0,45578	0,66387
L 05	525,00	2	230,00	269,60	295,00	0,43809	0,51352
L 06	525,00				525,00		
L 07/08	1.152,00	2	352,00	507,50	800,00	0,30555	0,44053
L 09/10/11	1.382,00	2	250,30	460,20	1.131,70	0,18111	0,33299
L 12	421,00				421,00		
L 13	845,00	3	230,00	497,00	615,00	0,27218	0,58816
L 14	515,00	1	244,00	244,00	271,00	0,47378	0,47378
L 15/16	1.069,00	2	198,65	424,35	870,35	0,18582	0,39695
L 17	525,00	2	189,15	303,00	335,85	0,36028	0,57714
L 18	525,00	1	213,50	213,50	311,50	0,40666	0,40666
L17/18	1.050,00	7	576,00	1.836,00	474,00	0,54857	1,74857
L 19	525,00	1	210,00	210,00	315,00	0,40000	0,40000
L 20	525,00	1	310,70	310,70	214,30	0,59180	0,59180
L19/20	1.050,00	8	621,00	2.034,00	429,00	0,59142	1,93714
Totais	10.968,00		3.275,30	4.500,85	7.692,70	0,29862	0,41036
			3.548,95	7.333,65	7.419,05	0,32357	0,66864

Nota: em vermelho, os valores obtidos com a volumetria resultante dos envelopes solares

A tabela 6 mostra o aumento dos coeficientes de aproveitamento que atingem valores próximos a 2,0. A altura das edificações vai para 7 e 8 pavimentos. As novas densidades para o quarteirão são: 6.686,40 m²/ha de construção, 111,42 hab/ha de população residencial e 335,76 hab/ha de densidade populacional comercial, atingindo, neste caso densidades populacionais consideradas médias.

Sugestão 3a. Os quatro lotes lembrados (das 10h00 às 14h00)

Foi gerado um único ES sobre os quatro lotes lembrados e a simulação de uma edificação com a introdução dos módulos construtivos (figura 101), com a anotação das respectivas sombras às 10h00 (figura 102) e às 14h00 (figura 103). A simulação pode ser observada nas figuras de 101 a 106 e em detalhe na figura 107.



Fig. 101. Sugestão 3a. Implantação de um ES sobre os lotes 17, 18, 19 e 20 lembrados

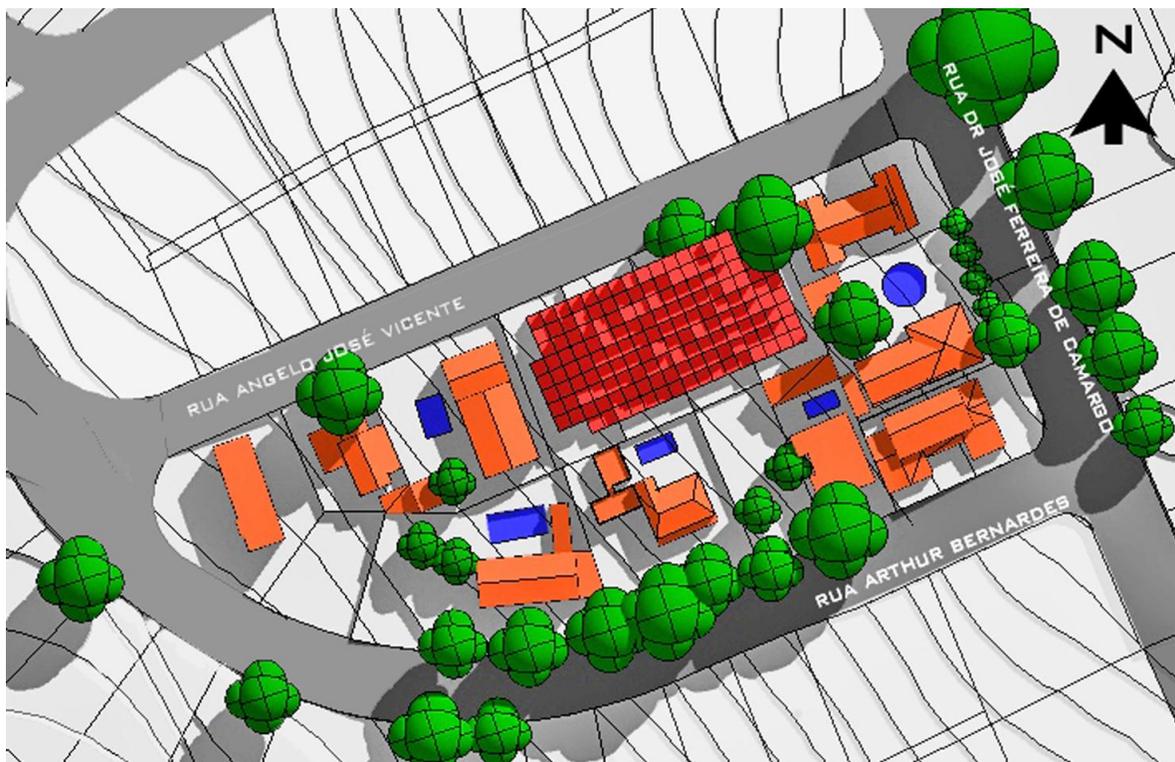


Fig. 102. Sugestão 3a com os módulos construtivos e suas sombras às 10h00

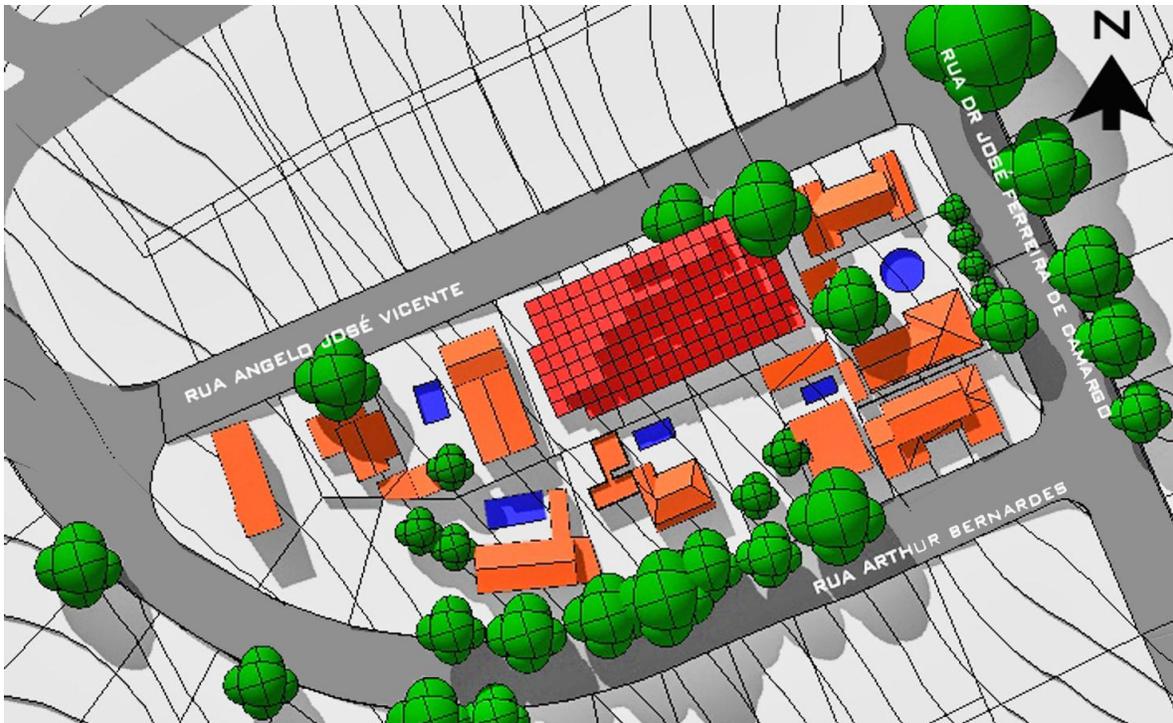


Fig. 103. Sugestão 3a com os módulos construtivos e suas sombras às 14h00

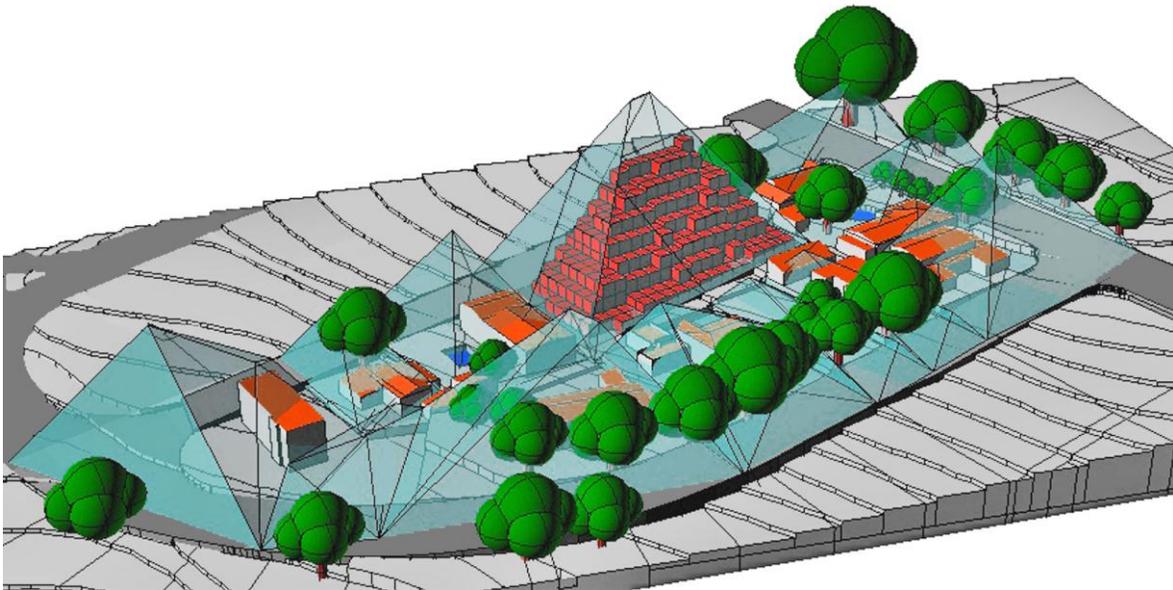


Fig. 104. Sugestão 3a. Vista 3D com os ESs

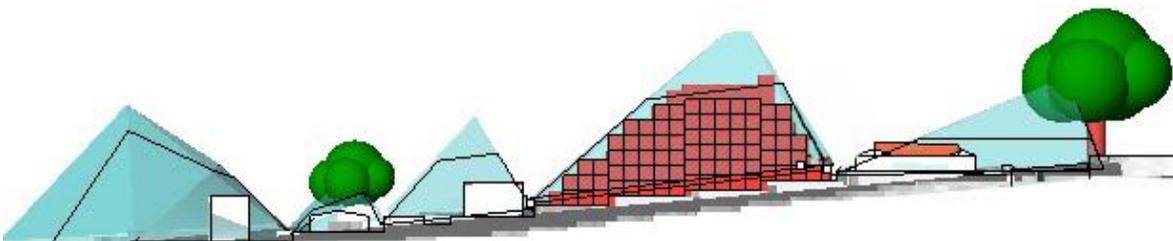


Fig. 105. Sugestão 3a Corte esquemático

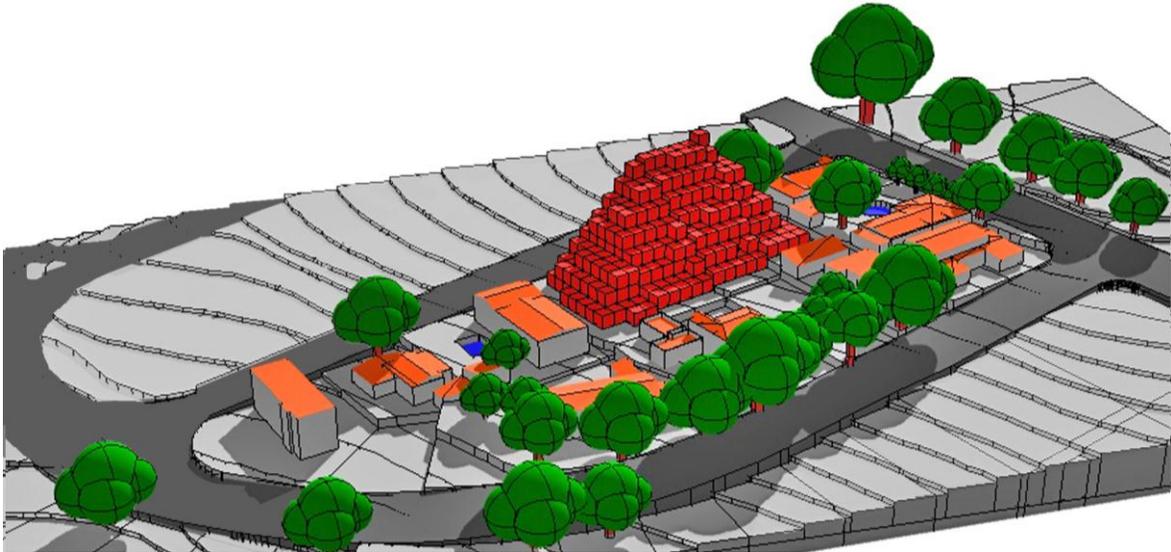


Fig. 106. Sugestão 3a. Vista 3D sem os ES e com sombras às 10h00

Com o levantamento dos módulos construtivos inseridos no volume do ES mostrado nas figuras de 101 a 106 e no detalhe da figura 107, foi elaborada a Tabela 7, que permite efetuar as comparações necessárias entre os valores existentes e permitidos pela LUOS e os novos valores obtidos com a volumetria do novo ES.

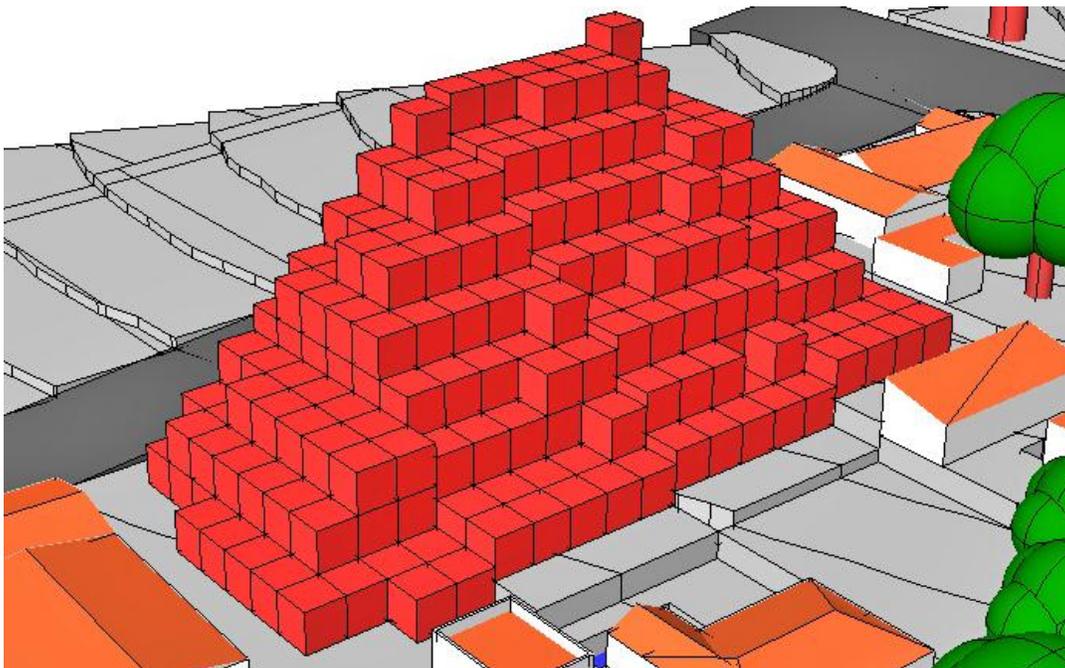


Fig. 107. Sugestão 3a. Vista 3D. Detalhe

Tabela 7 – **PARÂMETROS URBANÍSTICOS** sugestão 3a (das 10:00 às 14:00)

TERRENO			CONSTRUÇÃO (m ²)				
lote	área (m ²)	n° pav.	Ocupada	Total	Livre	TO	CA
L 01	692,00	2	298,60	368,60	393,40	0,43150	0,53265
L 02	1.050,00	1	233,00	233,00	817,00	0,22190	0,22190
L 04	692,00	2	315,40	459,40	376,60	0,45578	0,66387
L 05	525,00	2	230,00	269,60	295,00	0,43809	0,51352
L 06	525,00				525,00		
L 07/08	1.152,00	2	352,00	507,50	800,00	0,30555	0,44053
L 09/10/11	1.382,00	2	250,30	460,20	1.131,70	0,18111	0,33299
L 12	421,00				421,00		
L 13	845,00	3	230,00	497,00	615,00	0,27218	0,58816
L 14	515,00	1	244,00	244,00	271,00	0,47378	0,47378
L 15/16	1.069,00	2	198,65	424,35	870,35	0,18582	0,39695
L 17	525,00	2	189,15	303,00	335,85	0,36028	0,57714
L 18	525,00	1	213,50	213,50	311,50	0,40666	0,40666
L 19	525,00	1	210,00	210,00	315,00	0,40000	0,40000
L 20	525,00	1	310,70	310,70	214,30	0,59180	0,59180
L17/18/19/20	2.100,00	9	1.413,00	4.530,00	687,00	0,67285	2,15714
Totais	10.968,00		3.275,30	4.500,85	7.692,70	0,29862	0,41036
			3.764,95	7.993,65	7.203,05	0,34326	0,72881

Nota: em vermelho, os valores obtidos com a volumetria resultante do ES

Enquanto na situação existente, como mostra a Tabela 7, as taxas de ocupação para os lotes de 17 a 20 variam de 0,36028 a 0,59180, nesta sugestão, aumenta para 0,67285. O coeficiente de aproveitamento chega a 2,15714. A altura da edificação vai para 9 pavimentos. As novas densidades são: 7.288,15 m²/ha de construção, 121,44 hab/ha de população residencial e 385,21 hab/ha de densidade populacional comercial.

Sugestão 3b. Os quatro lotes anexados (das 11h00 às 13h00)

Foi gerado outro ES para o horário das 11h00 até às 13h00, e a simulação de uma edificação com a introdução dos módulos construtivos (figura 108), e a indicação das respectivas sombras às 11h00 (figura 109) e às 13h00 (figura 110). A simulação pode ser observada nas figuras de 108 a 113 e em detalhe na figura 114.

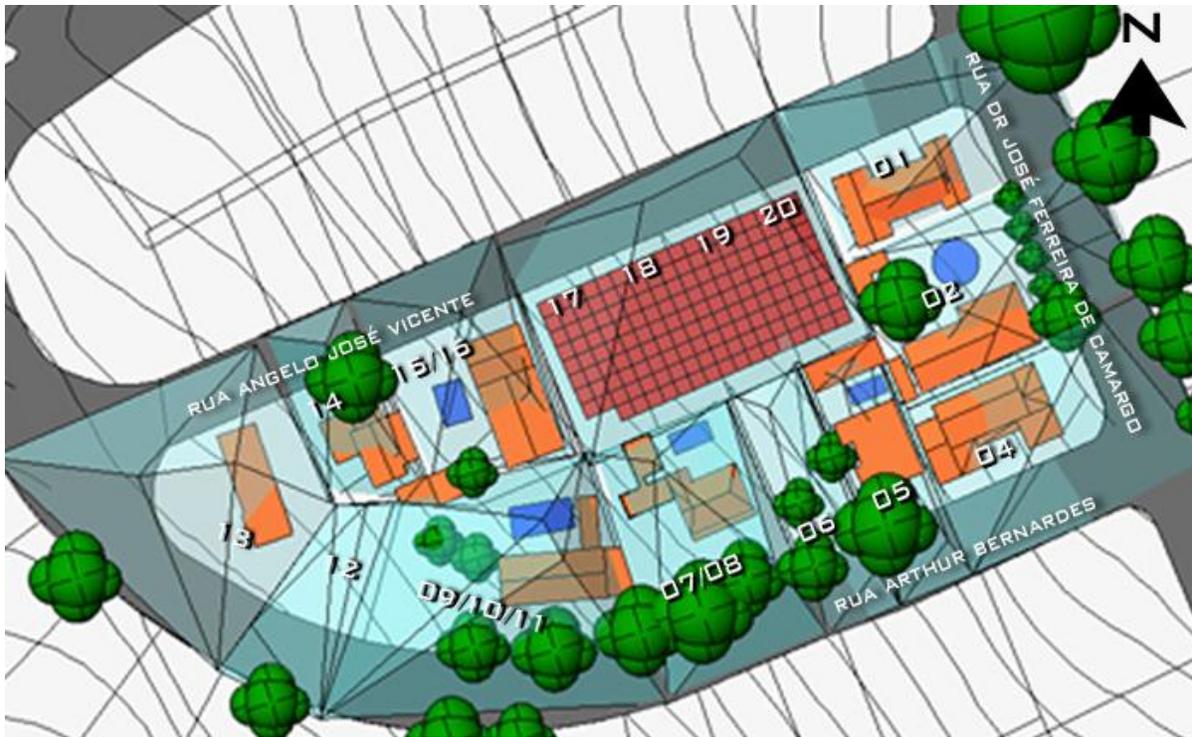


Fig. 108. Sugestão 3b. Implantação de um ES sobre os lotes 17, 18, 19 e 20 lembrados

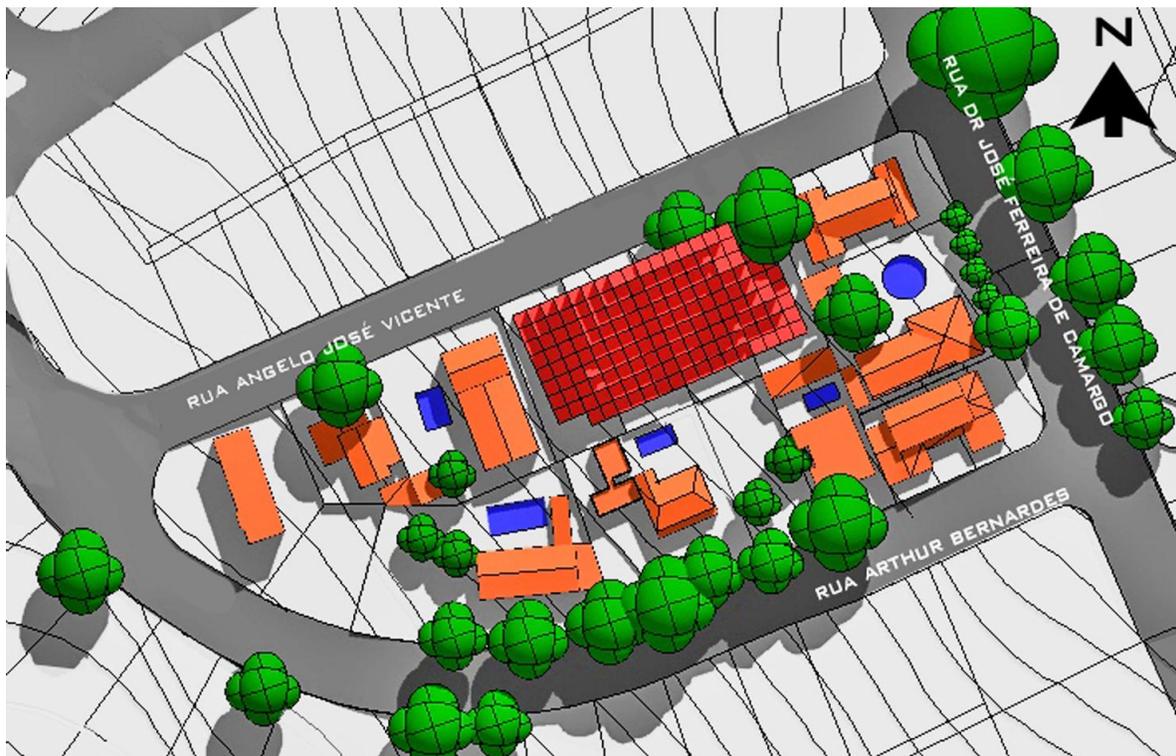


Fig. 109. Sugestão 3b sem os envelopes solares e com sombras às 11h00

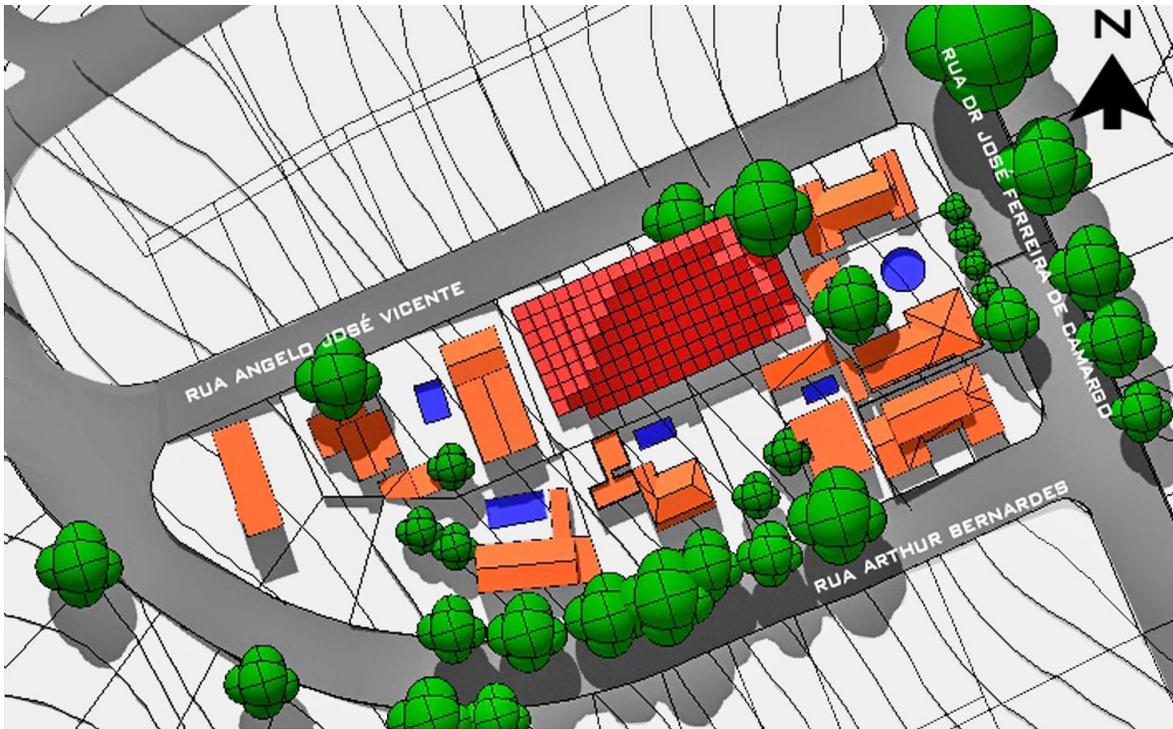


Fig. 110. Sugestão 3b sem os envelopes solares e com sombras às 13h00

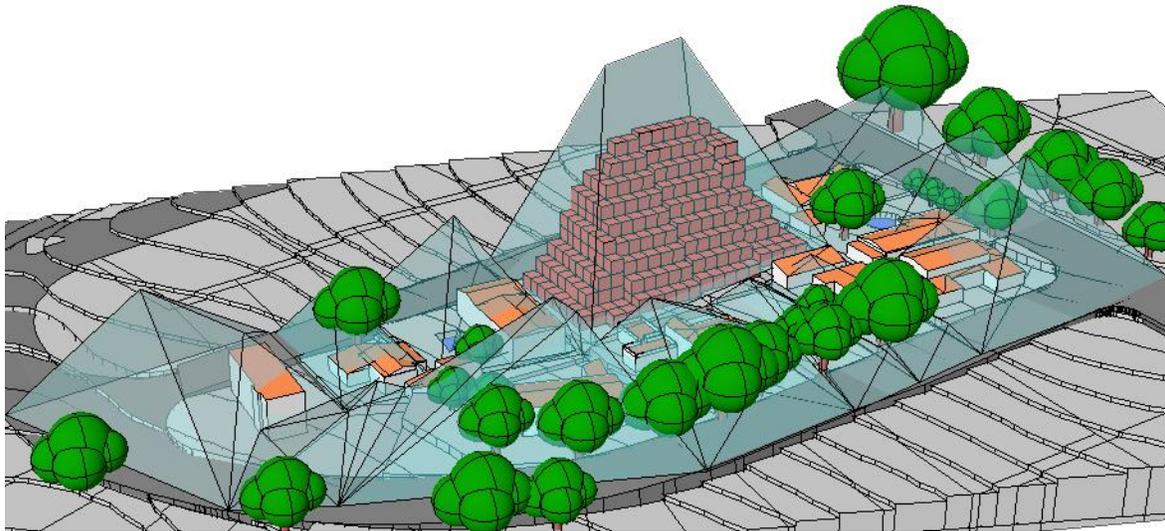


Fig. 111. Sugestão 3b. Vista 3D com ESs sem sombras

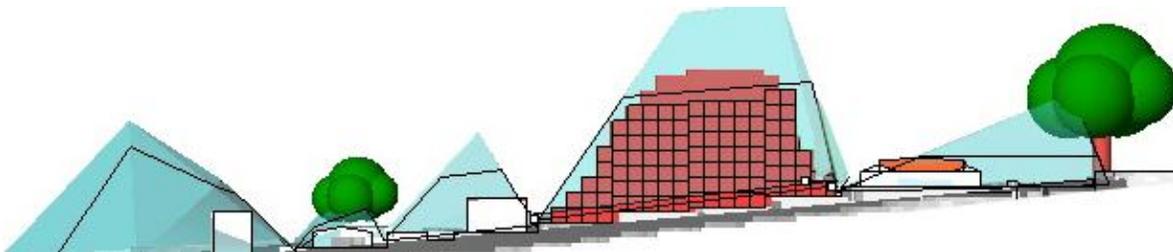


Fig. 112. Sugestão 3b. Corte esquemático

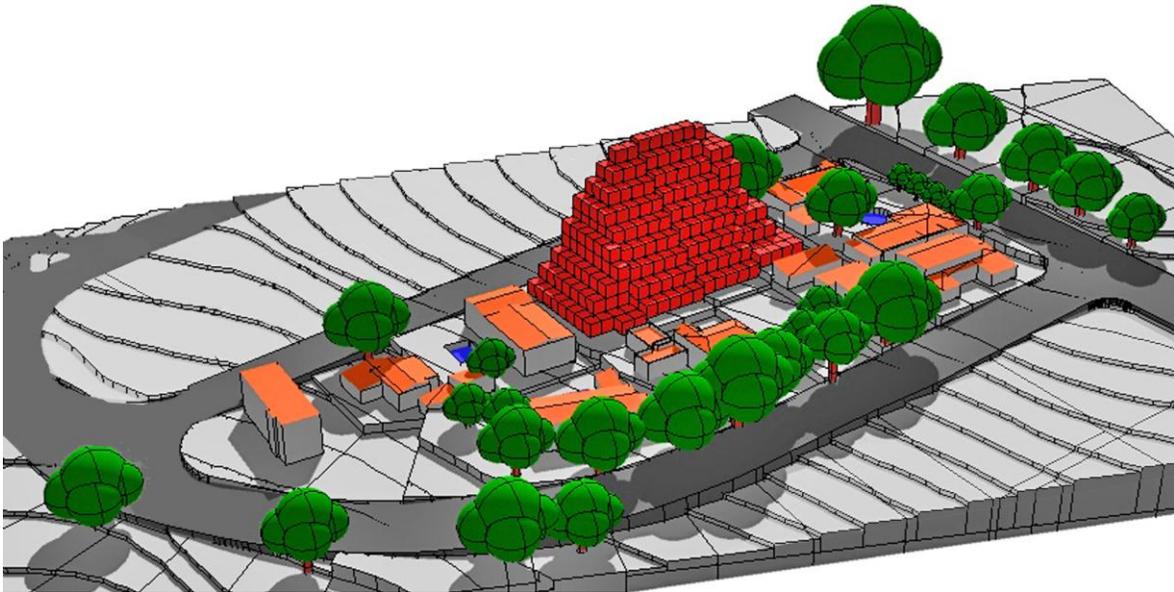


Fig. 113. Sugestão 3b sem os ESs e com sombras às 11h00

Feito o levantamento dos módulos construtivos inseridos no volume do ES mostrado nas figuras de 116 a 121 e no detalhe da figura 122, foi elaborada a Tabela 8, que permite efetuar as comparações entre os valores existentes e permitidos pela LUOS e os novos valores obtidos com a volumetria do novo ES.

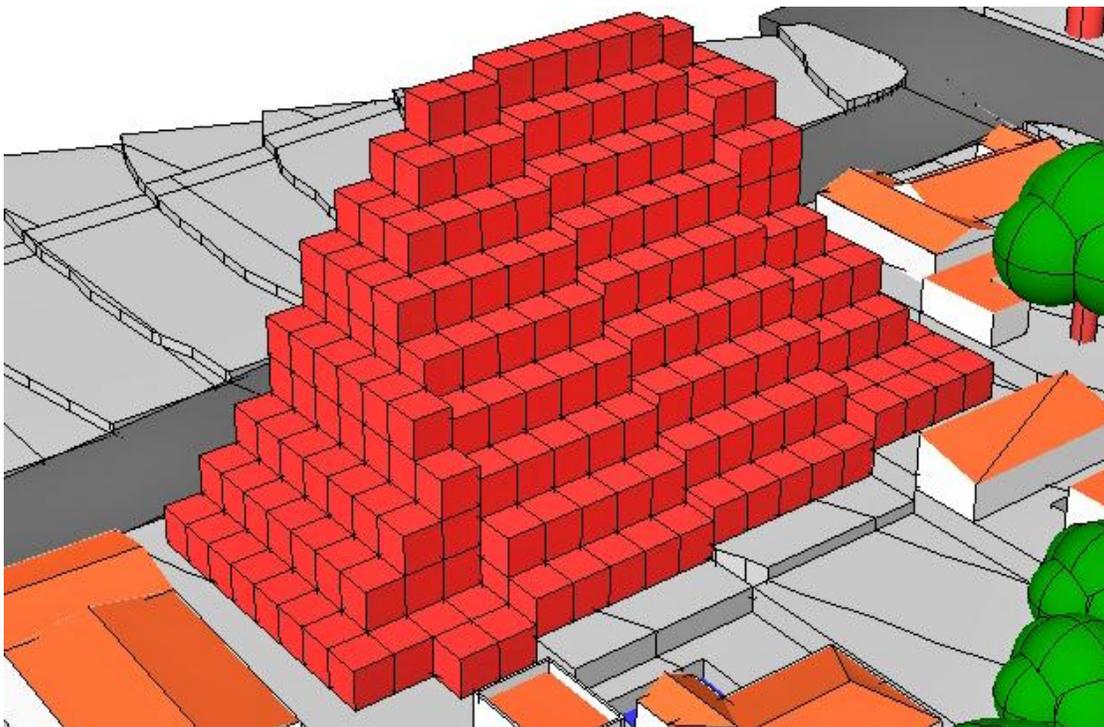


Fig. 114. Sugestão 3b. Detalhe

Tabela 8 – PARÂMETROS URBANÍSTICOS sugestão 3b (das 11h00 às 13h00)

TERRENO			CONSTRUÇÃO (m ²)				
lote	área (m ²)	nº pav.	Ocupada	Total	Livre	TO	CA
L 01	692,00	2	298,60	368,60	393,40	0,43150	0,53265
L 02	1.050,00	1	233,00	233,00	817,00	0,22190	0,22190
L 04	692,00	2	315,40	459,40	376,60	0,45578	0,66387
L 05	525,00	2	230,00	269,60	295,00	0,43809	0,51352
L 06	525,00				525,00		
L 07/08	1.152,00	2	352,00	507,50	800,00	0,30555	0,44053
L 09/10/11	1.382,00	2	250,30	460,20	1.131,70	0,18111	0,33299
L 12	421,00				421,00		
L 13	845,00	3	230,00	497,00	615,00	0,27218	0,58816
L 14	515,00	1	244,00	244,00	271,00	0,47378	0,47378
L 15/16	1.069,00	2	198,65	424,35	870,35	0,18582	0,39695
L 17	525,00	2	189,15	303,00	335,85	0,36028	0,57714
L 18	525,00	1	213,50	213,50	311,50	0,40666	0,40666
L 19	525,00	1	210,00	210,00	315,00	0,40000	0,40000
L 20	525,00	1	310,70	310,70	214,30	0,59180	0,59180
L17/18/19/20	2.100,00	10	1.440,00	5.670,00	660,00	0,68571	2,70000
Totais	10.968,00		3.275,30	4.500,85	7.692,70	0,29862	0,41036
			3.791,95	9.133,65	7.176,05	0,34572	0,83275

Nota: em vermelho, os valores obtidos com a volumetria resultante do ES

A tabela 8 mostra ainda mais: não só o aumento da taxa de ocupação, que atinge quase 0,7, mas principalmente, do CA, que chega a 2,7. A altura da edificação vai para 10 pavimentos. As novas densidades para o quarteirão são: 8.327,54 m²/ha de construção, 138,76 hab/ha de população de uso residencial e 471,82 hab/ha de população de uso comercial ou de prestação de serviços, considerada, neste caso, de médias densidades.

Na figura 115, apresenta-se o resumo gráfico comparativo das seis sugestões e das simulações elaboradas para os dois horários determinados.

A seguir são apresentadas duas tabelas que resumem e complementam numericamente os comparativos dos parâmetros entre o existente e as sugestões: a tabela 9 para o horário das 10h00 às 14h00 e a tabela 10 para o horário das 11h00 às 13h00.

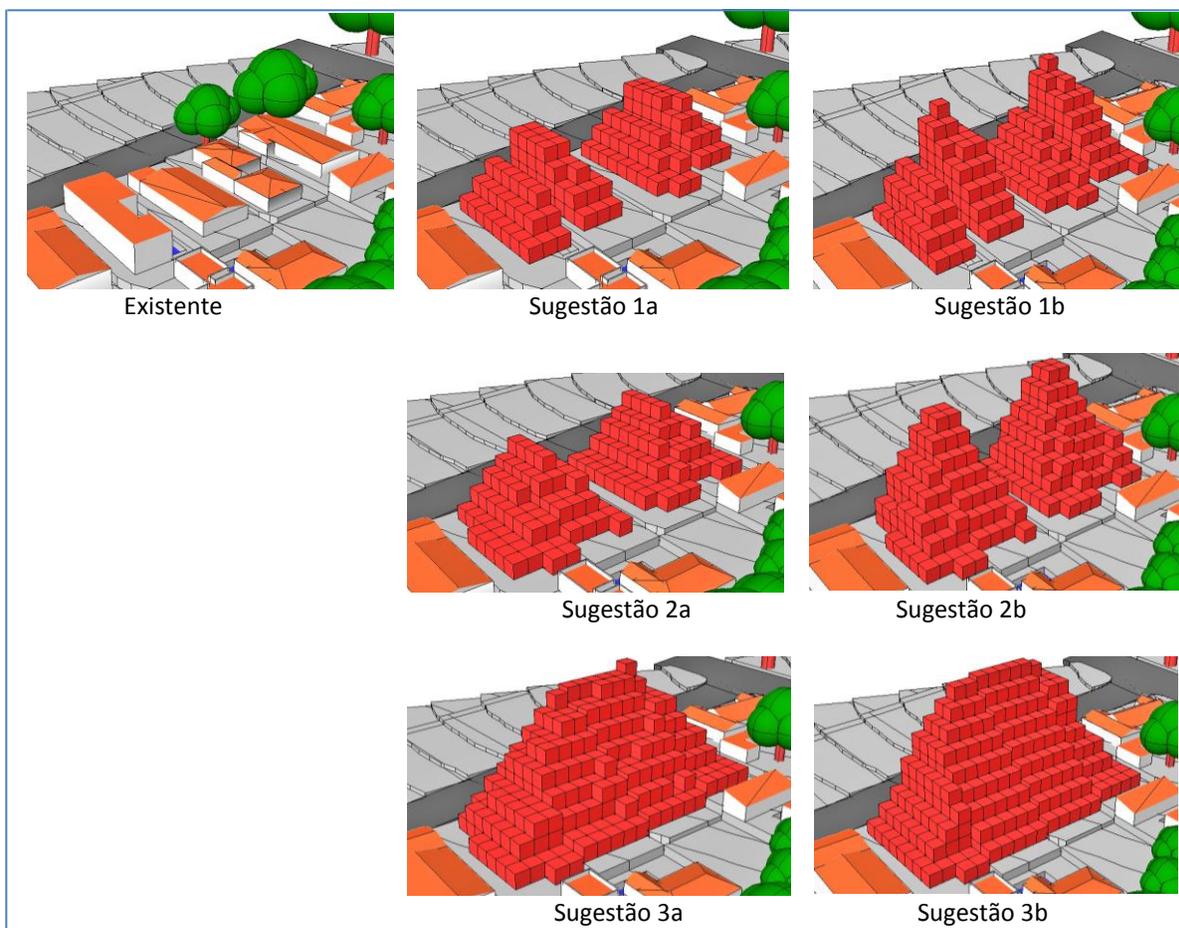


Fig. 115. Comparativo entre a situação existente e as sugestões.

Tabela 9. **Comparativo de parâmetros** entre o existente e as sugestões (das 10h00 às 14h00)

TERRENO		CONSTRUÇÃO (m ²)						
lote		area t (m ²)	n° pav.	Ocupada	A. constr	Livre	TO	CA
Qt 708 - Sugestão 1a								
L17	Exist	525,00	2	189,15	303,00	335,85	0,36028	0,57714
	1a 11h00-13h00		3	216,00	396,00	309,00	0,41142	0,75428
L18	Exist	525,00	1	213,50	213,50	311,50	0,40666	0,40666
	1a 11h00-13h00		4	216,00	576,00	309,00	0,41142	1,00714
L19	Exist	525,00	1	210,00	210,00	315,00	0,40000	0,40000
	1a 11h00-13h00		3	234,00	423,00	291,00	0,44571	0,80571
L20	Exist	525,00	1	310,70	310,70	214,30	0,59180	0,51980
	1a 11h00-13h00		4	216,00	594,00	309,00	0,41142	1,13142
Qt 708	Exist	10.968,00		3.275,00	4.500,85	7.692,70	0,29862	0,41036
				3.233,95	5.452,65	7.641,05	0,29485	0,49714
Qt 708 - Sugestão 2a								
L17/18	Exist	1.050,00	2	402,65	516,00	647,35	0,38347	0,49190
	2a 11h00-13h00		5	576,00	1.107,00	474,00	0,54836	0,49190
L19/20	Exist	1.050,00	2	520,70	520,70	529,30	0,49590	0,49590
	2a 11h00-13h00		5	621,00	1.215,00	429,00	0,59142	1,15714
				3.548,95	5.785,65	7.419,05	0,32357	0,52750
Qt 708 - Sugestão 3a								
L17-20	Exist	2.100,00	2	923,35	1.036,70	1.176,65	0,43968	0,4939
	3a 11h00-13h00		9	1.413,00	4.530,00	687,00	0,67285	2,15714

Na tabela 9 pode ser observado que para a sugestão **1a**: nos lotes 17 e 19, a altura das edificações aumenta para 3 pavimentos e os CA aumentam de 0,5 e 0,4 para 0,7 e 0,8 respectivamente. Para os lotes 17 e 19, a altura das edificações aumenta para 4 pavimentos e os CA aumentam para 1,0 e 1,13. Índices pouco relevantes, e ainda com densidades baixas.

Na sugestão **2a**, no lote 17/18 a altura da edificação vai para 5 pavimentos com um CA de 1,05, enquanto que no lote 19/20 vai, também, para 5 pavimentos com um CA de 1,15. Os CA ultrapassam o valor de 1,0, mas, ainda é pouco significativo, já a altura das edificações mostra uma forma de verticalização. Na sugestão **3a**, no lote resultante, a altura da edificação vai para 9 pavimentos com um CA de 2,15, agora bem significativo.

Na sugestão 1a são obedecidos os parâmetros da atual legislação nas TOs e nos CA. Na sugestão 2a, os valores das TO e dos CA ultrapassam muito pouco, neste caso, se fixar a TO em 0,5 o CA não ultrapassa o índice 1,0, o que significa que mantendo os índices da LUOS, as edificações poderiam ter 4 e 5 pavimentos.

Tabela 10. **Comparativo de parâmetros** entre o existente e as sugestões (das 11h00 às 13h00)

TERRENO		CONSTRUÇÃO (m²)							
lote	area t (m²)	n° pav.	Ocupada	A. constr	Livre	TO	CA		
Qt 708 - Sugestão 2a									
L17	Exist	525,00	2	189,15	303,00	335,85	0,36028	0,57714	
	1b 11h00-13h00		4	216,50	531,00	309,00	0,41142	1,01142	
L18	Exist	525,00	1	213,50	213,50	311,50	0,40666	0,40666	
	1b 11h00-13h00		7	261,00	891,00	264,00	0,49714	1,69714	
L19	Exist	525,00	1	210,00	210,00	315,00	0,40000	0,40000	
	1b 11h00-13h00		4	306,00	639,00	219,00	0,58288	1,21714	
	L20	Exist	525,00	1	310,70	310,70	214,30	0,59180	0,51980
	1b 11h00-13h00		7	297,00	945,00	228,00	0,56571	1,80000	
Qt 708	Exist	10.968,00		3.275,00	4.500,85	7.692,70	0,29862	0,41036	
	1b 11h00-13h00			3.431,95	6.469,65	7.536,05	0,31290	0,58986	
Qt 708 - Sugestão 2b									
L17/18	Exist	1.050,00	2	402,65	516,00	647,35	0,38347	0,49190	
	2b 11h00-13h00		7	576,00	1.836,00	474,00	0,54857	1,74857	
L19/20	Exist	1.050,00	2	520,70	520,70	529,30	0,49590	0,49590	
	2b 11h00-13h00		8	621,00	2.034,00	429,00	0,59142	1,93714	
	2b 11h00-13h00			3.548,95	7.333,65	7.419,05	0,32357	0,66864	
Qt 708 - Sugestão 3b									
L17-20	Exist	2.100,00	2	923,35	1.036,70	1.176,65	0,43968	0,49390	
	3b 11h00-13h00		10	1.440,00	5.670,00	660,00	0,68571	2,70000	

A tabela 10 apresenta os comparativos das três sugestões com ESs para os horários das 11h00 às 13h00 (sugestões b), e pode ser visto que na sugestão **1b**, nos lotes 17 e 19 a altura das edificações vai para 4 pavimentos e os CA vão para 1,0 e 1,2 respectivamente, enquanto que nos lotes 18 e 20 a altura vai para 7 pavimentos e os CA vão para 1,7 e 1,8. Começa a verticalizar, mas ainda com baixas densidades.

Na sugestão **2b**, no lote 17/18, a altura da edificação vai para 7 pavimentos com um CA de 1,7; e no lote 19/20 a altura da edificação vai para 8 pavimentos com um CA de 1,93. Na sugestão **3b**, no lote resultante do remembramento, a edificação vai para 10 pavimentos com um CA de 2,7, valor para o lote isoladamente, ainda que para o quarteirão o CA não atinge 1,0, como é mostrado na tabela 8, com o valor de 0,83275. A verticalização fica evidente e o adensamento também, pois é atingida a densidade de 471,82 hab/ha de população de uso comercial.

5. ÁREA DE ESTUDO II – QUARTEIRÃO 716

Este quarteirão encontra-se entre as ruas: Rua Dr. José Ferreira de Camargo, Rua Dr. Paulo Castro de Pupo Nogueira, Rua Artur de Freitas Leitão e Rua Reverendo Guilherme Kerr. Com 24 lotes projetados originariamente, e após sofrer seis processos de anexação, encontra-se atualmente com 17 lotes, um, sem construir. A implantação geral do quarteirão pode ser observada nas figuras 116 e 117.



Fig. 116. Foto aérea. Fonte: Google, 2012

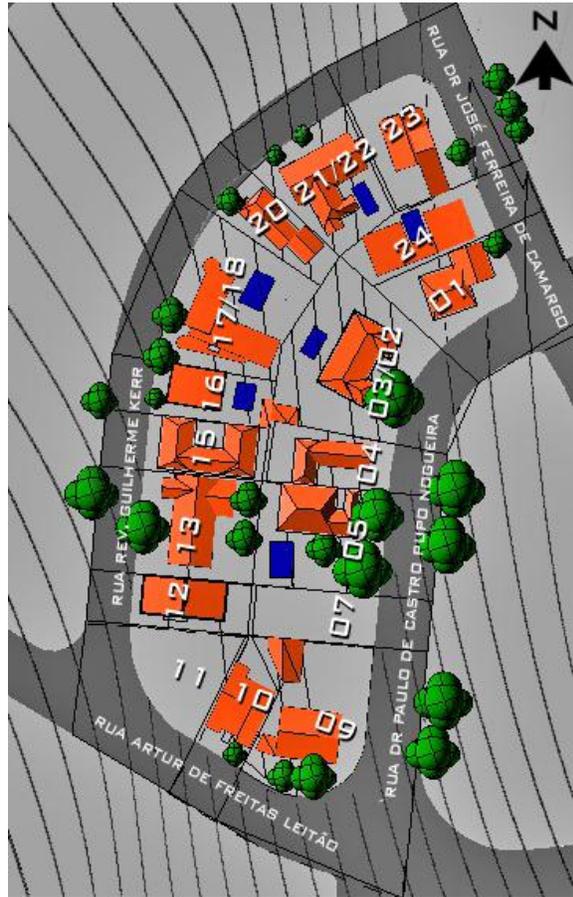


Fig. 117. Implantação: lotes, edificações e arborização.

Foi elaborada a Tabela 11 que apresenta os dados atuais extraídos das fichas fornecidas pelo DIDC, e complementados por cálculos para obtenção de áreas livres, taxas de ocupação (TO) e coeficientes de aproveitamento (CA). Os lotes 02 e 03 foram anexados, assim como os lotes 05 e 06; 08 e 09; 13 e 14; e 21 e 22, cujas áreas passaram a ser de 985,24 m² a 1.397,00 m²; os lotes 17, 18 e 19, anexados também, têm como resultado uma área de 1.404,00 m², enquanto a

maioria dos lotes originais tem áreas entre 474,00 m² e 703,46 m². Apenas os lotes 7 e 12 mantêm os 525,00 m² padrão do loteamento.

Tabela 11 – PARÂMETROS URBANÍSTICOS

Lote	TERRENO			CONSTRUÇÃO (m ²)				
	testada (ml)	area (m ²)	n° pav.	Ocupada	Total	Livre	TO	CA
L 01	44,72	639,86	1	279,75	279,75	360,11	0,43720	0,43720
L 02/03	28,00	1.397,00	1	332,32	332,32	1.064,68	0,23788	0,23788
L 04	15,00	514,23	2	234,88	321,13	279,35	0,45676	0,62448
L 05	30,00	1.050,00	3	269,40	588,20	780,60	0,25657	0,56019
L 07	15,00	525,00	1	136,00	136,00	389,00	0,25904	0,25904
L 09	62,95	1.280,00	2	393,65	430,83	886,35	0,30753	0,33658
L 10	16,00	474,00	1	280,00	280,00	194,00	0,59071	0,59071
L 11	38,61	663,00		-	-	663,00	-	-
L 12	15,00	525,00	2	224,74	385,84	300,26	0,42807	0,73493
L 13	30,00	1.050,00	2	303,20	343,00	746,80	0,28876	0,32666
L 15	15,00	581,77	2	330,70	444,47	251,07	0,56843	0,76399
L 16	15,00	502,00	3	183,70	415,25	318,30	0,36593	0,82719
L 17/18/19	48,00	1.404,00	3	436,80	669,05	967,20	0,31111	0,47653
L 20	16,00	478,00	2	201,30	265,30	276,70	0,42112	0,55502
L 21/22	31,00	985,24	2	364,00	467,50	621,24	0,36945	0,47450
L 23	64,71	703,46	2	265,30	309,45	438,16	0,37713	0,43989
L 24	16,00	615,14	2	274,00	466,00	341,14	0,44542	0,75755
Totais		13.387,70		4.509,74	6.134,09	8.877,96	0,33685	0,45818
Permitido pela IUOS				6.693,85	13.387,70	6.693,85	0,5	1,0

Para todo o quarteirão, a taxa de ocupação permitida pela LUOS é de 0,5, ou seja, 6.693,85 m² e um coeficiente de aproveitamento igual a 1,0, ou 13.387,70 m², com área livre mínima de 6.693,85 m². Os 8.887,96 m² de área livre sobre o quarteirão, que tem 13.387,70 m² de terreno, geram uma média de taxa de ocupação para o quarteirão de 0,33685, e com os 6.134,09 m² de área construída, um coeficiente de aproveitamento de 0,45818; índices que exibem baixas densidades: construtivas de 4.581,81 m²/ha, e populacional de 63,49 hab/ha.

Ruas

A Rua Arthur de Freitas Leitão, no lado sudoeste do quarteirão, e a Rua Dr. Paulo de Castro Pupo Nogueira, a leste, apresentam inadequada implantação da vegetação urbana: a primeira rua, embora com a rede elétrica na calçada oposta, tem escassa arborização, que poderia ser mais intensa a fim de sombrear suas calçadas e seu leito carroçável sem atingir as edificações (figura 118); a segunda

tem excesso de arborização, pois sombreia as edificações e não a rua, e ainda, em conflito com a rede elétrica, que está posicionada na mesma calçada (figura 119).



Fig. 118. Foto. Lote 10 à Rua Arthur de F. Leitão



Fig. 119. Foto Lote 04 à Rua Dr. Paulo C. Pupo Nogueira

A Rua Dr. José Ferreira de Camargo, ao nordeste, e a Rua Reverendo Guilherme Kerr, no lado oeste/noroeste, têm a vegetação pública e a rede elétrica implantadas de forma coerente com esta tese, em calçadas opostas, e com a orientação que permite o sombreamento na rua e não nas edificações (figuras 120 e 121).



Fig. 120. Foto lote 23 à Rua José Ferreira de Camargo



Fig. 121. Foto lote 16 à Rua Reverendo Guilherme Kerr

Geração dos envelopes solares (das 10h00 às 14h00)

Foram gerados os ESs sobre cada lote, incluindo a rua, como é apresentado na figura 122, sem sombras, para análise de implantação das edificações no lote; e na figura 123, com as sombras lançadas no dia 21 de junho,

às 10h00; bem como foram consideradas, a orientação do quarteirão e dos lotes, a inclinação das ruas, e a arborização pública e privada.

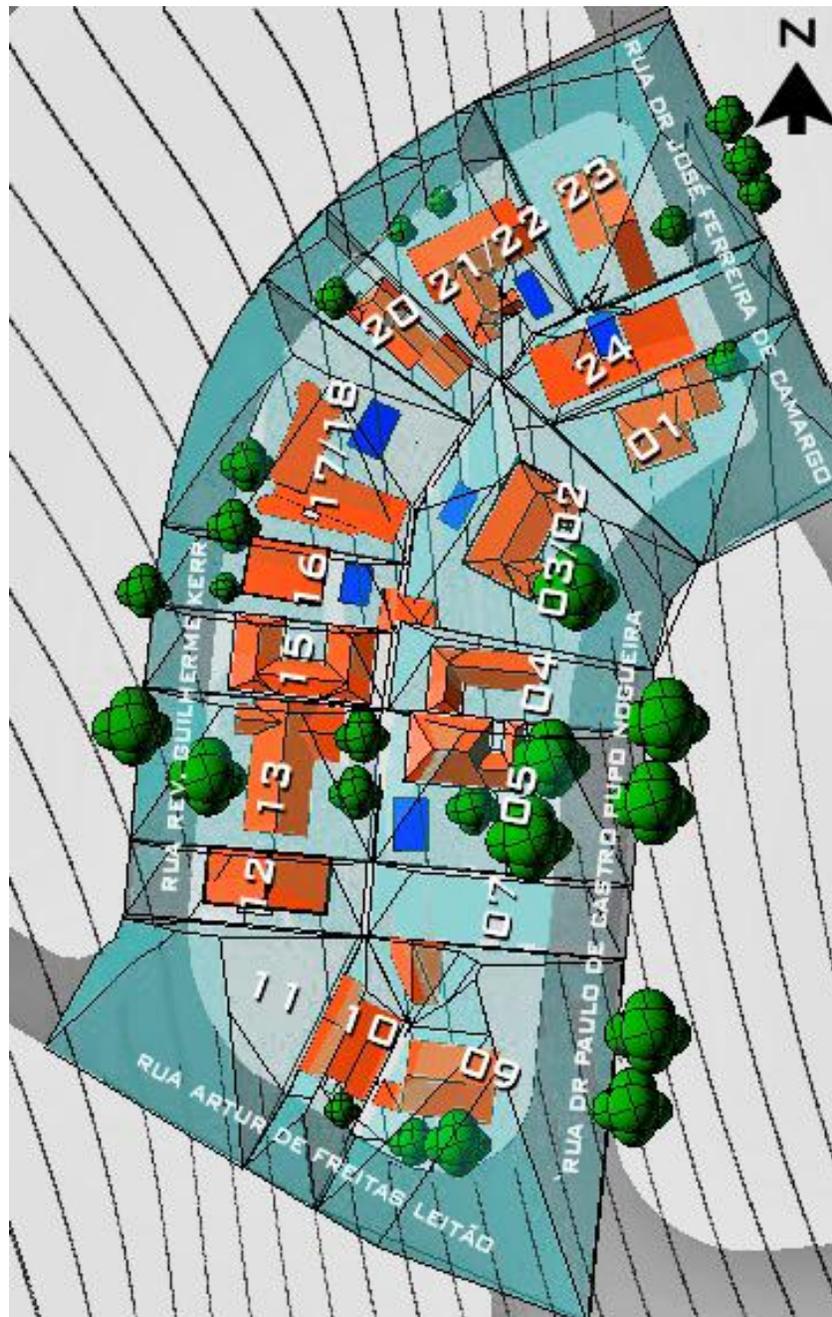


Fig. 122. Implantação com envelopes solares

Pelas figuras de 122 a 124 pode-se observar, pela cor mais clara dos telhados, que a maioria das edificações ultrapassa os limites dos ESs, exceção para as edificações dos lotes de esquina, números 01, 09 e 23, e o lote 03/02 no meio da quadra. Os lotes com formato mais quadrado (normalmente aqueles em

que foram lembrados, um ou dois lotes) apresentam melhores condições para a volumetria dos ESs (lotes 03/02, 05, 13, 17/18 e 21/22), e assim mesmo, as edificações, mal implantadas, extrapolam os seus limites. A maioria das árvores, da mesma forma ultrapassa esses limites. As piscinas também estão, ou mal implantadas, ou prejudicadas pela vegetação: no lote 24, a piscina está bem no meio da edificação; a do lote 05, apesar de estar implantada no terreno que seria o lote 06, fica sombreada pela edificação e pela vegetação.



Fig. 123. Implantação com sombras às 10h00

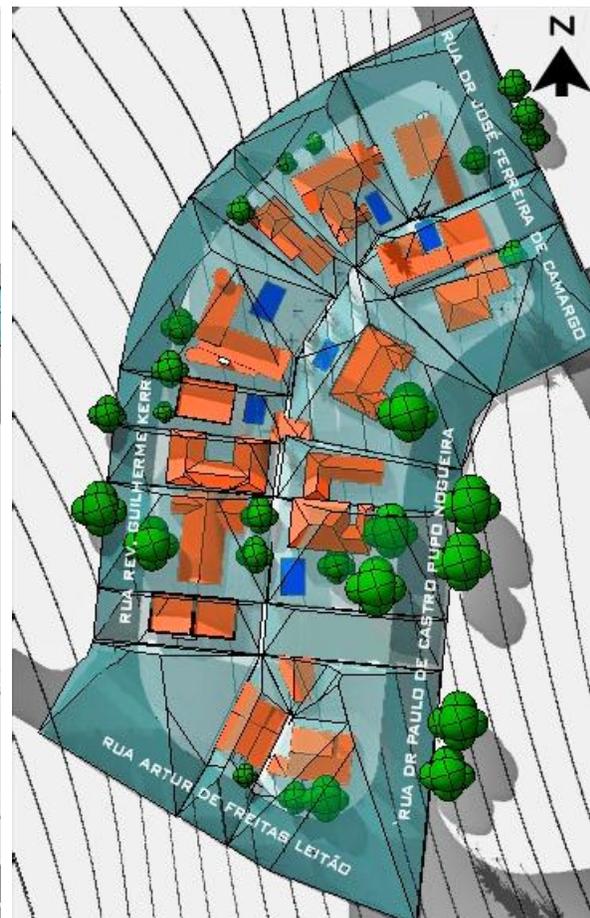


Fig. 124. Implantação com sombras às 14h00

Adensamento e verticalização

Por considerar que algumas residências já têm seu uso alterado para escritórios, e na possibilidade de todas as unidades do quarteirão optarem por estes usos, foram construídos quatro envelopes solares, sendo dois voltados para a Rua Reverendo Guilherme Kerr e dois para a rua Dr. Paulo de Castro Pupo

Nogueira. Assim, a simulação de volumetria de construção a ser obtida com a inclusão dos módulos de construção vai trazer alguns índices para serem analisados, taxas de ocupação, coeficientes de aproveitamento, altura das edificações, distanciamento entre as edificações, e suas densidades decorrentes, de tal forma que possa ser verificada a sua viabilidade.

O distanciamento entre os lotes de cada agrupamento serve apenas para aeração, as aberturas de suas edificações não podem ser utilizadas para insolação, ou captação de energia solar. Este distanciamento será objeto de análises para determinação de afastamentos na legislação.



Fig. 125. Geração dos ESs com os módulos construtivos.

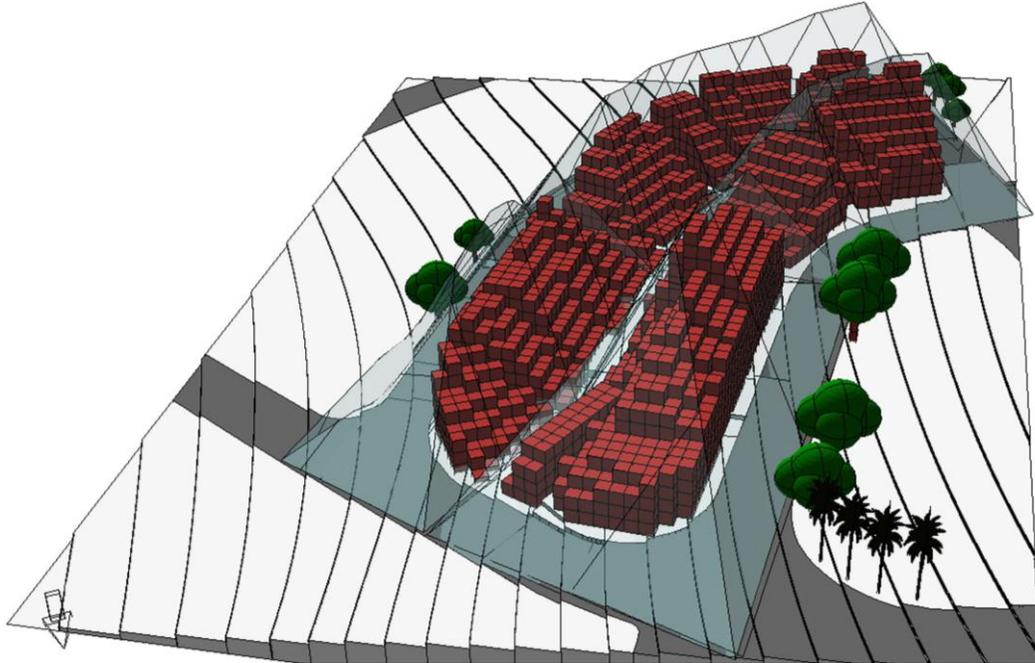


Fig. 126. Vista 3D com os ESs.

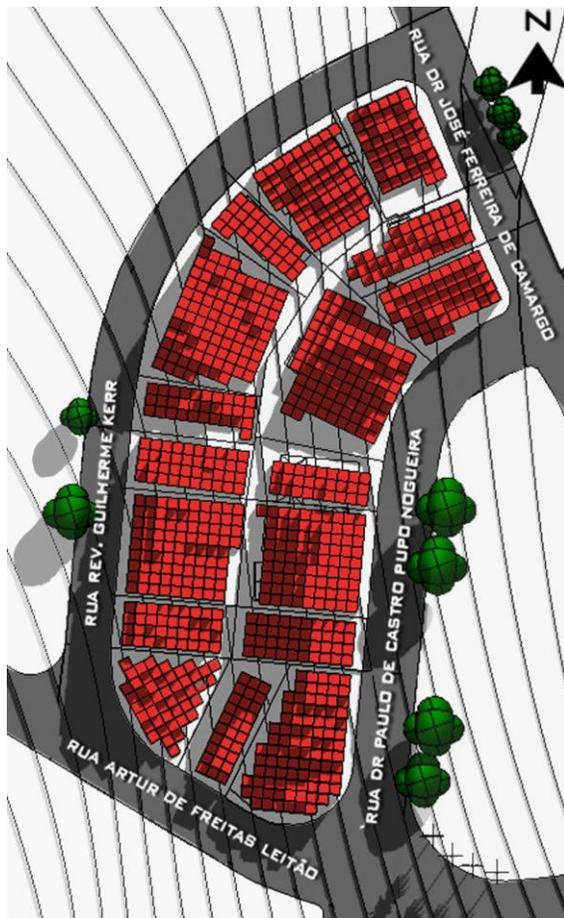


Fig. 127. Implantação com sombras às 10h00

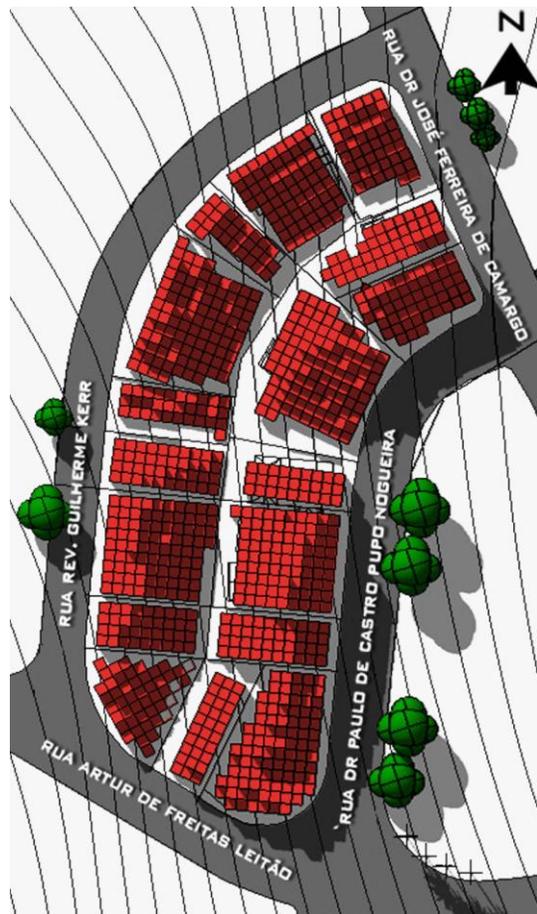


Fig. 128. Implantação com sombras às 14h00

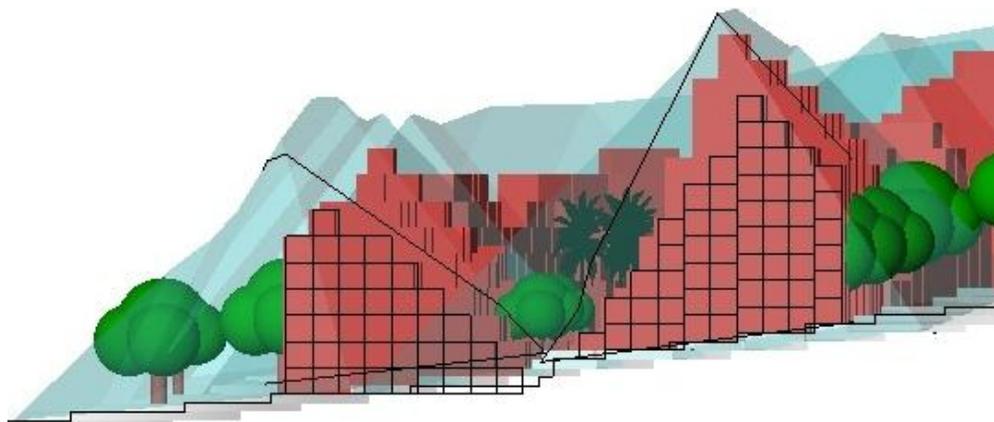


Fig. 129. Corte esquemático

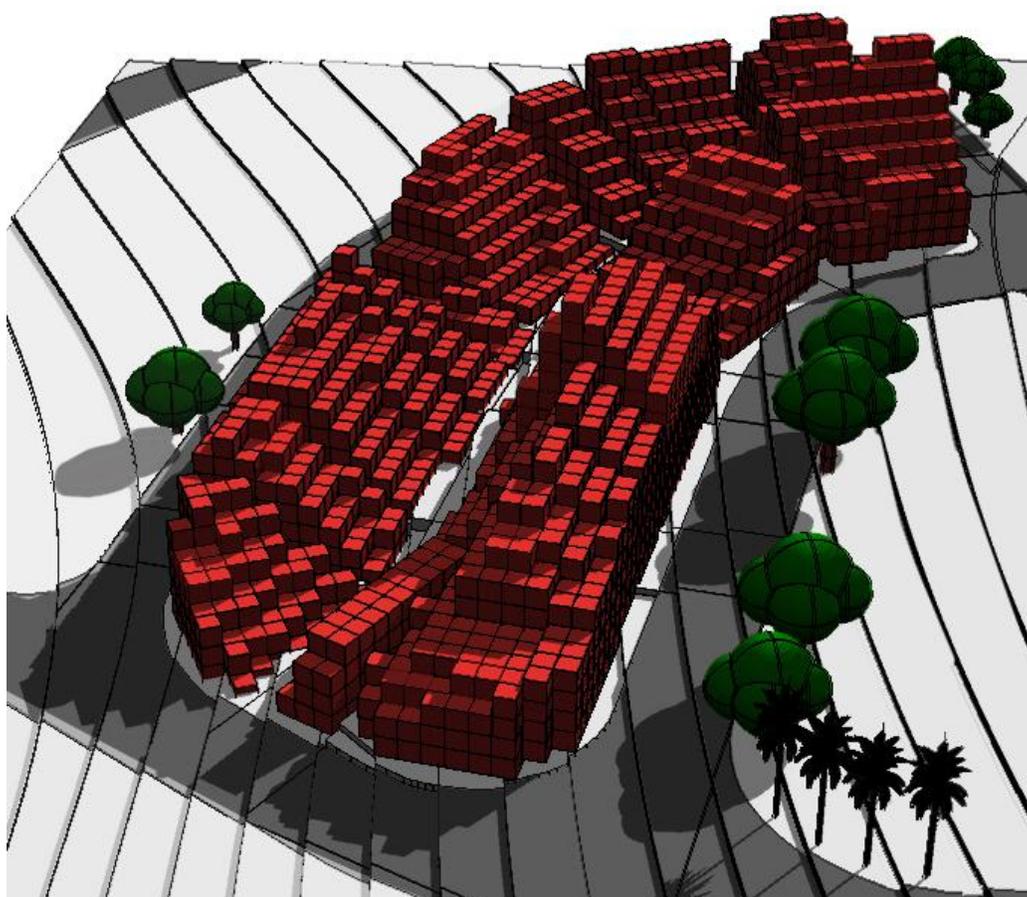


Fig. 130. Vista 3D sem os ESs e com sombras às 10h00

O levantamento dos módulos inseridos nos volumes dos envelopes solares permitiu a confecção da Tabela 12 para efetuar as comparações necessárias entre os valores existentes e permitidos pela LUOS e os novos valores obtidos com a volumetria dos envelopes solares. Caberá sempre, ao município, determinar as taxas de ocupação e outros parâmetros importantes para cada quarteirão e região.

Tabela 12 – PARÂMETROS URBANÍSTICOS (sugestão das 10h00 às 14h00)

TERRENO		CONSTRUÇÃO (m²)					
lote	área (m²)	nº pav.	Ocupada	Total	Livre	TO	CA
L 01	639,86	1	279,75	279,75	360,11	0,43720	0,43720
		7	459,00	2.313,00	180,86	0,65702	3,61485
L 02/03	1.397,00	1	332,32	332,32	1.064,68	0,23788	0,23788
		7	819,00	2.592,00	578,00	0,58625	1,85540
L 04	514,23	2	234,88	321,13	279,35	0,45676	0,62448
		6	243,00	909,00	271,23	0,47255	1,76769
L 05	1.050,00	3	269,40	588,20	780,60	0,25657	0,56019
		12	738,00	5.157,00	312,00	0,70285	4,91142
L 07	525,00	1	136,00	136,00	389,00	0,25904	0,25904
		9	360,00	1.944,00	165,00	0,68571	3,70285
L 09	1.280,00	2	393,65	430,83	886,35	0,30753	0,33658
		9	801,00	3.492,00	479,00	0,62578	2,72812
L 10	474,00	1	280,00	280,00	194,00	0,59071	0,59071
		4	270,00	792,00	204,00	0,56962	1,67088
L 11	663,00				663,00		
		5	360,00	954,00	303,00	0,54298	1,43891
L 12	525,00	2	224,74	385,84	300,26	0,42807	0,73493
		7	306,00	1.377,00	219,00	0,58285	2,62285
L 13	1.050,00	2	303,20	343,00	746,80	0,28876	0,32666
		7	765,00	2.451,00	285,00	0,72857	2,33428
L 15	581,77	2	330,70	444,47	251,07	0,56843	0,76399
		8	360,00	1.223,00	221,77	0,61880	2,10245
L 16	502,00	3	183,70	415,25	318,30	0,36593	0,82719
		3	279,00	432,00	223,00	0,55577	0,86055
L 17/18/19	1.404,00	3	436,80	669,05	967,20	0,31111	0,47653
		7	864,00	3.285,00	540,00	0,61538	2,33974
L 20	478,00	2	201,30	265,30	276,70	0,42112	0,55502
		6	252,00	990,00	226,00	0,52719	2,07112
L 21/22	985,24	2	364,00	467,50	621,24	0,36945	0,47450
		7	486,00	2.232,00	499,24	0,49328	2,26543
L 23	703,46	2	265,30	309,45	438,16	0,37713	0,43989
		6	450,00	1.108,00	253,46	0,63969	1,57507
L 24	615,14	2	274,00	466,00	341,14	0,44542	0,75755
		9	360,00	1.391,00	255,14	0,58523	2,26127
	13.387,70		4.509,74	6.134,09	8.877,96	0,33685	0,45818
			8.289,00	32.642,00	5.098,70	0,61915	2,43820

Nota: em vermelho, os valores obtidos com a volumetria resultante dos envelopes solares

Pode-se verificar, pela Tabela 12, que as alturas chegam até 12 pavimentos (lote 05), e os coeficientes de aproveitamento alcançam valores próximos e acima de 4,0. O excesso do coeficiente de aproveitamento sobre o coeficiente básico estabelecido por lei pode servir de estoque para a utilização de instrumentos urbanísticos constantes do Estatuto da Cidade. As novas densidades passam de 4.581,88 m²/ha para 24.382,08 m²/ha; e populacional residencial de 63,49 hab/ha para 337,88 hab/ha, consideradas médias densidades e populacional de uso comercial é de 2.031,84 hab/ha, considerada de alta densidade.

Geração dos envelopes solares (das 11h00 às 13h00)

Nesta sugestão, os quatro envelopes solares foram gerados para o período das 11h00 às 13h00, a fim de se verificarem os novos aumentos índices decorrentes das novas volumetrias fornecidas pelos ESs. Em todas as sugestões com horário das 11h00 às 13h00, os ESs serão maiores.



Fig. 131. ESs com os módulos construtivos

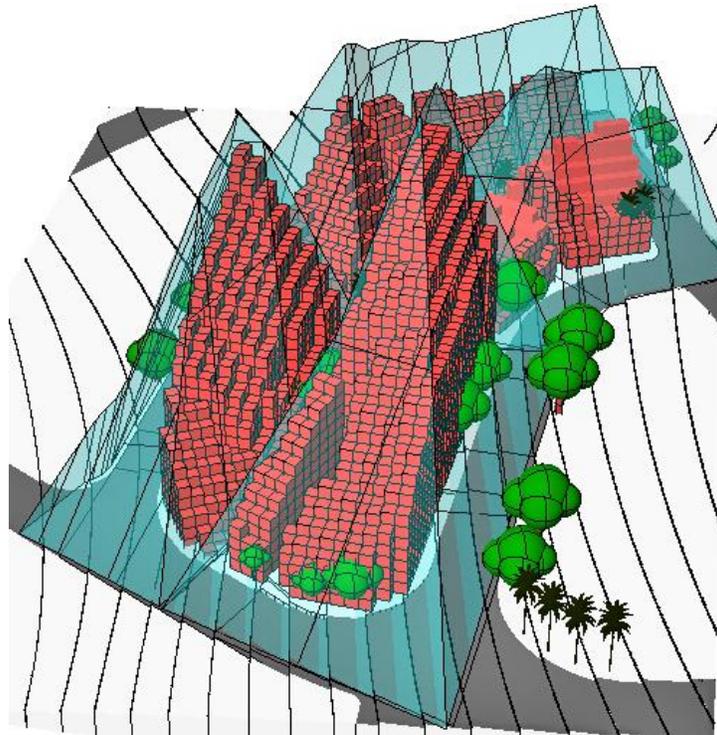


Fig. 132. Vista 3D. ESs com módulos construtivos

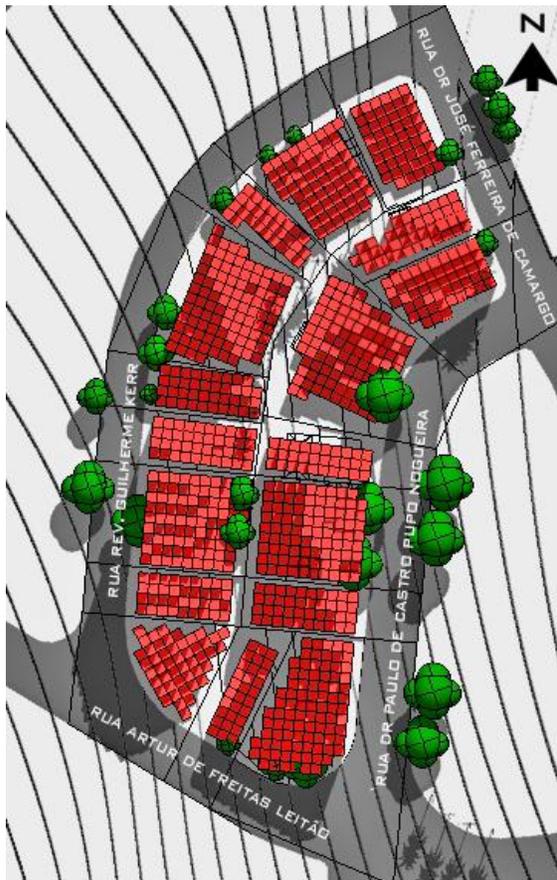


Fig. 133. Implantação com sombras às 11h00

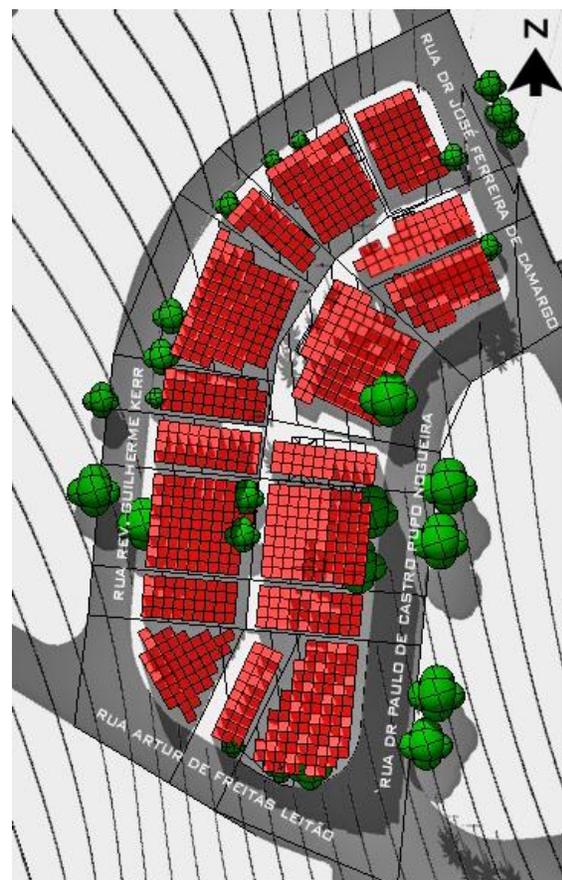


Fig. 134. Implantação com sombras às 13h00

Tabela 13 – PARÂMETROS URBANÍSTICOS (sugestão das 11h00 às 13h00)

lote	TERRENO		CONSTRUÇÃO (m ²)				
	área (m ²)	n° pav.	Ocupada	Total	Livre	TO	CA
L 01	639,86	1	279,75	279,75	360,11	0,43720	0,43720
		7	459,00	2.277,00	180,86	0,65702	3,55859
L 02/03	1.397,00	1	332,32	332,32	1.064,68	0,23788	0,23788
		7	900,00	3.060,00	497,00	0,64423	2,19040
L 04	514,23	2	234,88	321,13	279,35	0,45676	0,62448
		21	270,00	3.384,00	244,23	0,52505	6,58071
L 05	1.050,00	3	269,40	588,20	780,60	0,25657	0,56019
		21	810,00	11.394,00	240,00	0,77142	10,85142
L 07	525,00	1	136,00	136,00	389,00	0,25904	0,25904
		19	360,00	5.274,00	165,00	0,68571	10,04571
L 09	1.280,00	2	393,65	430,83	886,35	0,30753	0,33658
		15	801,00	6.930,00	479,00	0,62578	5,41406
L 10	474,00	1	280,00	280,00	194,00	0,59071	0,59071
		12	270,00	1.871,00	204,00	0,56962	3,94725
L 11	663,00				663,00		
		9	369,00	1.377,00	294,00	0,55656	2,07692
L 12	525,00	2	224,74	385,84	300,26	0,42807	0,73493
		11	306,00	1.845,00	219,00	0,58285	3,51428
L 13	1.050,00	2	303,20	343,00	746,80	0,28876	0,32666
		16	765,00	5.670,00	285,00	0,72857	5,40000
L 15	581,77	2	330,70	444,47	251,07	0,56843	0,76399
		18	360,00	3.249,00	221,77	0,61880	5,58468
L 16	502,00	3	183,70	415,25	318,30	0,36593	0,82719
		4	351,00	819,00	151,00	0,69920	1,63147
L 17/18/19	1.404,00	3	436,80	669,05	967,20	0,31111	0,47653
		14	873,00	5.688,00	531,00	0,62179	4,05128
L 20	478,00	2	201,30	265,30	276,70	0,42112	0,55502
		11	252,00	1.566,00	226,00	0,52719	3,27615
L 21/22	985,24	2	364,00	467,50	621,24	0,36945	0,47450
		9	486,00	3.096,00	499,24	0,49328	3,14238
L 23	703,46	2	265,30	309,45	438,16	0,37713	0,43989
		8	477,00	2.007,00	226,46	0,67807	2,85304
L 24	615,14	2	274,00	466,00	341,14	0,44542	0,75755
		10	360,00	1.836,00	255,14	0,58523	2,98468
	13.387,70		4.509,74	6.134,09	8.877,96	0,33685	0,45818
			8.496,00	61.343,00	4.891,70	0,63461	4,58204

Nota: em vermelho, os valores obtidos com a volumetria resultante dos envelopes solares.

Nesta sugestão, os envelopes solares apresentam o potencial máximo a ser edificado e a altura, maiores do que na sugestão anterior; e pode-se verificar, na Tabela 13, em vermelho, que as alturas chegam até 21 pavimentos nos lotes 04 e 05, e os coeficientes de aproveitamento que ultrapassam valores de 10 (elevadíssimos) estão nos lotes 05 e 07. Pelo controle da taxa de ocupação e por outros parâmetros, é possível reduzir substancialmente o coeficiente de aproveitamento. As densidades encontradas chegam de 4.581,81 m²/ha para 45.820,41m²/ha, a populacional residencial de 63,49 hab/ha para 634,94 hab/ha,

consideradas altas densidades, e a densidade populacional comercial (de prestação de serviços) vai para 3.818,36 hab/ha, também considerada de alta densidade.

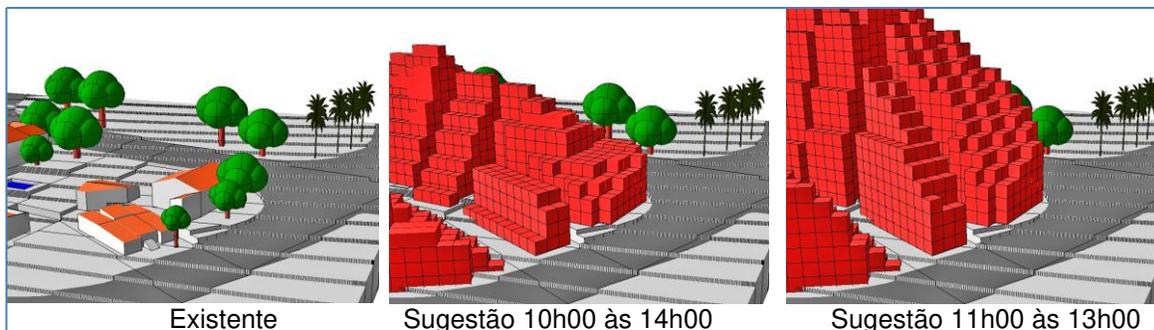


Fig. 135. Comparativo entre a situação existente e as duas sugestões.

A figura 135 mostra um resumo gráfico do comparativo entre a situação existente no detalhe de uma esquina e a simulação das duas sugestões decorrentes da geração dos ESs.

6. ÁREA DE ESTUDO III – QUARTEIRÃO 728

Este quarteirão encontra-se entre as ruas: Rua Dom Francisco de Campos Barreto, Rua Engenheiro Carlos Stevenson, Avenida Dr. Jesuíno Marcondes Machado e Avenida Dr. Hermas Braga. Com 28 lotes projetados originariamente, e após sofrer três processos de anexação, encontra-se atualmente com 25 lotes, três sem construir. As edificações foram construídas, de início, para o uso residencial unifamiliar, e adaptadas, na sua maioria, para o uso comercial. A implantação pode ser vista nas figuras 136 e 137.

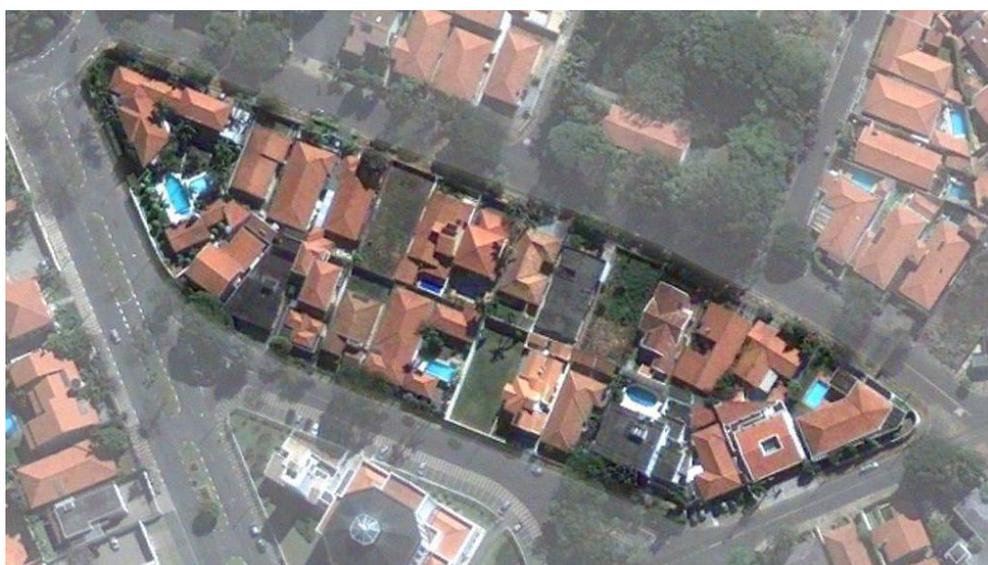


Fig. 136. Foto aérea. Fonte: Google, 2012



Fig 137. Implantação dos lotes, das edificações e da arborização

Tabela 14 – PARÂMETROS URBANÍSTICOS

Lote	TERRENO		nº pav.	CONSTRUÇÃO (m²)				
	testada (m)	área (m²)		Ocupada	Total	Livre	TO	CA
L 01	134,28	2.234,00	1	605,00	605,00	1.629,99	0,27081	0,27081
L 03	15,00	467,00	1	208,60	208,60	258,40	0,44678	0,44678
L 04	15,00	520,00	1	303,95	303,95	216,05	0,58451	0,58451
L 05	15,00	525,00	1	235,41	235,41	289,59	0,44840	0,44840
L 06	15,00	525,00	-	-	-	525,00	-	-
L 07	15,00	525,00	2	271,30	313,79	253,70	0,51676	0,55769
L 08	15,00	525,00	1	180,50	180,50	344,50	0,34380	0,34380
L 09	15,00	525,00	1	226,23	226,23	298,77	0,43091	0,43091
L 10	15,00	525,00	1	300,40	300,40	224,60	0,57219	0,57219
L 11	16,00	545,00	-	-	-	545,00	-	-
L 12	17,00	557,00	1	248,50	248,50	308,50	0,44614	0,44614
L 13	18,00	571,00	1	270,93	270,93	300,07	0,47448	0,47448
L 14	20,00	518,00	1	216,90	216,90	301,10	0,41872	0,41872
L 15	66,74	931,00	1	406,00	406,00	525,00	0,43609	0,43609
L 16	20,00	561,00	1	212,10	212,10	348,90	0,37807	0,37807
L 17	14,00+7,50	488,00	1	220,30	220,30	267,70	0,45143	0,45143
L 18	23,84+12,16	1.087,00	1	669,30	669,30	417,70	0,61573	0,61573
L 20	15,00	543,00	1	269,03	269,03	273,97	0,49545	0,49545
L 21	15,00	525,00	2	217,22	324,26	307,78	0,41375	0,61763
L 22	15,00	525,00	-	-	-	525,00	-	-
L 23/24	30,00	1.050,00	1	399,85	399,85	650,15	0,38080	0,38080
L 25	15,00	525,00	1	210,00	210,00	315,00	0,40000	0,40000
L 26	15,00	525,00	2	193,00	255,90	332,00	0,36761	0,48742
L 27	19,00	479,00	1	221,75	221,75	257,25	0,46294	0,46294
L 28	18,00	443,00	2	230,89	348,04	212,11	0,52119	0,78564
Totais		16.244,00		6.317,16	6.646,74	9.927,83	0,38889	0,40918
Permitido pela LUOS				8.122,00	16.244,00	8.122,00	0,5	1,0

A Tabela 14 mostra os dados atuais, fornecidos pelo DIDC da Secretaria Municipal de Planejamento, complementados pelos cálculos de área livre, taxa de ocupação (TO) e coeficiente de aproveitamento (CA). Os lotes 01/02, 18/19 e 23/24 foram anexados e apresentam áreas de terreno de 2.234,00 m², 1.087,00 m² e 1.050,00 m², com áreas de construção de 605,00 m², 669,30 m² e 399,85 m² respectivamente. Os lotes restantes, com suas medidas e áreas originais, mostram áreas de terreno que variam entre 467,00 m² e 931,00 m², tendo a maioria dos lotes, 525,00 m²; com áreas construídas que variam de 180,50 m² a 406,00 m².

A LUOS permite a ocupação máxima de 0,5 ou 8.122,00 m² e um coeficiente de aproveitamento máximo de 1,0 ou 16.244,00 m². Os 9.927,83 m² de área livre sobre o quarteirão, com 16.244,00 m², propiciam uma média de taxa de ocupação para todo o quarteirão de 0,38889, e com os 6.646,74 m² de área construída, um coeficiente de aproveitamento de 0,40918; índices, como nos

quarteirões anteriores, de baixas densidades construtivas, com 4.091,81m²/ha. Considerados cinco habitantes por unidade residencial, haverá um total de 125 habitantes no quarteirão, o que representa 76,95 hab/ha.

As ruas

A Av. Dr. Hermas Braga apresenta 14 unidades com frentes voltadas para a face nordeste do quarteirão, em cuja calçada encontra-se implantada a rede elétrica, com a arborização pública corretamente colocada na calçada oposta (fotos tomadas às 10h00, figuras 138 e 139), sombreando a rua e deixando as edificações com acesso ao sol. A Av. Dr. Jesuíno Marcondes Machado, a oeste do quarteirão, com um canteiro central, é um dos eixos principais do bairro; comporta um tráfego intenso de veículos, inclusive de transporte coletivo; a rede elétrica está implantada nas duas calçadas, com o canteiro central livre para receber mais arborização, o que não acontece, como mostram as figuras 140 e 141.



Fig. 138. Foto dos lotes 12, 11 e 10 à Av. Hermas Braga



Fig. 139. Foto dos lotes 07 e 06 à Av. Hermas Braga



Fig. 140. Foto do lote 01. Av. Jesuíno M. Machado



Fig. 141. Foto do lote 01. Av. Jesuíno M. Machado

A Rua Dom Francisco de Campos Barreto, ao sul do quarteirão, apresenta pouca arborização pública e conflitante com a rede elétrica, que deveria estar implantada na calçada oposta (figuras 142 e 143).



Fig. 142. Foto do lote 25. R. D. Francisco C. Barreto



Fig. 143. Foto dos lotes 22 e 21. R. D. Francisco C. Barreto

A Rua Eng. Carlos Stevenson, outro eixo importante do bairro, encontra-se a sudeste do quarteirão. Esta calçada não tem árvores, mas tem a rede elétrica, ao contrário do que este trabalho busca (figuras 144 e 145).



Fig. 144. Foto do lote 17. R. Eng. Carlos Stevenson



Fig. 145. Foto do lote 16. R. Eng. Carlos Stevenson

Geração dos ESs (das 10h00 às 14h00)

Foram construídos os ESs sobre cada lote, incluindo a rua, conforme apresentado na figura 146, sem sombras, para análise de implantação das edificações no lote; na figura 147, temos as sombras no dia 21 de junho, às 10h00, semelhante aos quarteirões já analisados. Foi também considerada a

orientação do quarteirão e dos lotes, a inclinação das ruas e a arborização pública e privada.



Fig. 146. Implantação do quarteirão com os ESs

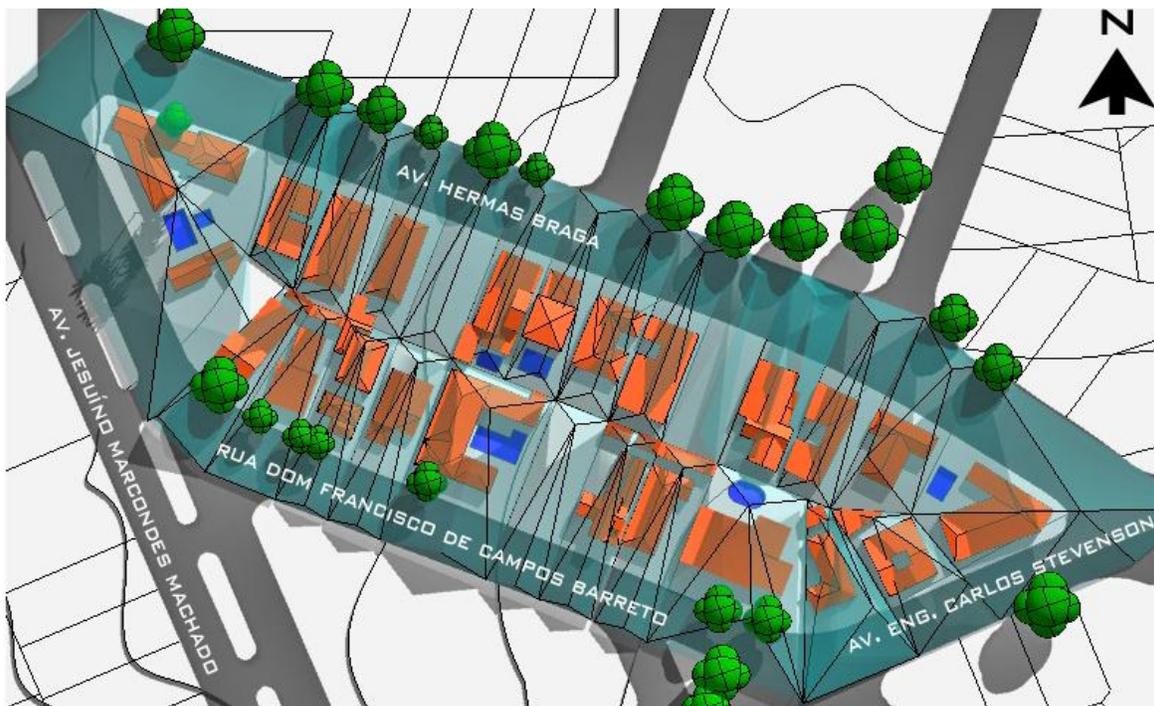


Fig. 147. Implantação com as edificações, árvores e sombras. 21 de junho às 10h00



Fig. 148. Implantação com as edificações, árvores e sombras. 21 de junho às 14h00

Adensamento e verticalização

Praticamente todas as edificações estão com o uso modificado, de residencial para comercial. Desta forma, é possível modificar a geração dos envelopes solares, envolvendo todos os lotes, um ES para a Av. Hermas Braga, com exceção dos das esquinas; outro sobre o lote 01, outro sobre os lotes 15, 16 e 17; e mais um, sobre os lotes da Rua Dom Francisco de Campos Barreto. Estes ESs permitem volumetrias diferenciadas para as edificações, em cada lote isoladamente. Igualmente, as alturas das edificações para os lotes com frente para a Av. Hermas Braga ficam diferente das edificações com frente para a Rua Dom Francisco de Campos Barreto.

A forma da maioria dos lotes é retangular com frente de 15,00m e 35,00 da frente aos fundos, o que provoca uma distância entre edificações apenas para ventilação e iluminação natural; não cabem aberturas para insolação dos compartimentos, ou para captação de energia solar.



Fig. 149. Nova Implantação nos lotes com ESs e módulos construtivos



Fig. 150. Módulos construtivos com sombras às 10h00



Fig. 151. Módulos construtivos com sombras às 14h00

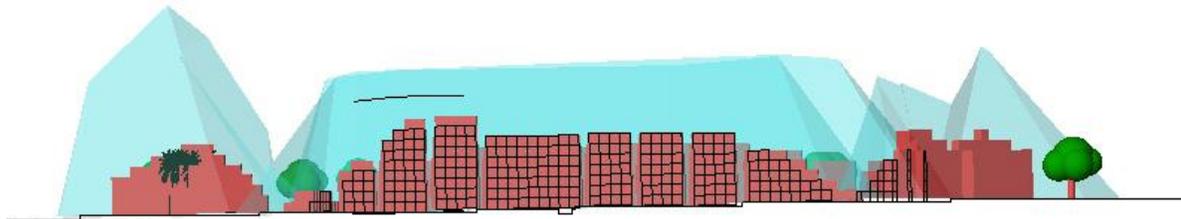


Fig. 152. Corte esquemático

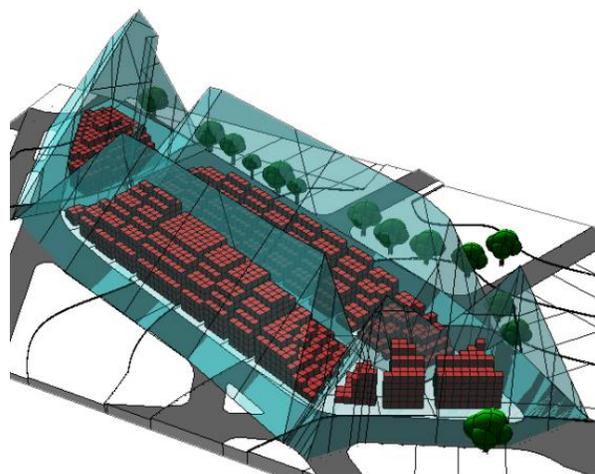


Fig. 153. Vista em 3D com os ESs



Fig. 154. Vista 3D. Sugestão com sombras às 10h00

Tabela 15 – PARÂMETROS URBANÍSTICOS (sugestão das 10h00 às 14h00)

lote	TERRENO		CONSTRUÇÃO (m²)				
	área (m²)	nº pav.	Ocupada	Total	Livre	TO	CA
L 01	2.234,00	1	605,00	605,00	1.629,99	0,27081	0,27081
		7	1.287,00	6.282,00	947,00	0,57609	2,81200
L 03	467,00	1	208,60	208,60	258,40	0,44668	0,44668
		2	162,00	189,00	305,00	0,34689	0,40471
L 04	520,00	1	303,95	303,95	216,05	0,58451	0,58451
		4	252,00	603,00	268,00	0,48461	1,15961
L 05	525,00	1	235,41	235,41	289,59	0,44840	0,44840
		5	288,00	936,00	237,00	0,54857	1,78285
L 06	525,00				525,00		
		6	288,00	900,00	237,00	0,54857	1,71428
L 07	525,00	2	271,30	313,79	253,70	0,51676	0,55769
		6	288,00	936,00	237,00	0,54857	1,78285
L 08	525,00	1	180,50	180,50	344,50	0,34380	0,34380
		6	288,00	1.008,00	237,00	0,54857	1,92000
L 09	525,00	1	226,23	226,23	298,77	0,43091	0,43091
		6	288,00	972,00	237,00	0,54857	1,85142
L 10	525,00	1	300,40	300,40	224,60	0,57219	0,57219
		6	288,00	1.008,00	237,00	0,54857	1,92000
L 11	545,00				545,00		
		6	288,00	1.044,00	257,00	0,52844	1,98857
L 12	557,00	1	248,50	248,50	308,50	0,44614	0,44614
		5	252,00	837,00	305,00	0,45242	1,50269
L 13	571,00	1	270,93	270,93	300,07	0,47448	0,47448
		4	288,00	756,00	283,00	0,50437	1,32399
L 14	518,00	1	216,90	216,90	301,10	0,41872	0,41872
		3	315,00	657,00	203,00	0,60810	1,26833
L 15	931,00	1	406,00	406,00	525,00	0,43609	0,43609
		7	360,00	1.800,00	571,00	0,38668	1,93340
L 16	561,00	1	212,10	212,10	348,90	0,37807	0,37807
		7	162,00	936,00	399,00	0,28877	1,66844
L 17	488,00	1	220,30	220,30	267,70	0,45143	0,45143
		5	180,00	414,00	308,00	0,36885	0,84836
L 18	1.087,00	1	669,30	669,30	417,70	0,61573	0,61573
		5	792,00	2.421,00	295,00	0,72861	2,22723
L 20	543,00	1	269,03	269,03	273,97	0,49545	0,49545
		7	360,00	1.980,00	183,00	0,66298	3,64640
L 21	525,00	2	217,22	324,26	307,78	0,41375	0,61763
		7	360,00	1.980,00	165,00	0,68571	3,77142
L 22	525,00				525,00		
		7	360,00	2.016,00	165,00	0,68571	3,84000
L 23/24	1.050,00	1	399,85	399,85	650,15	0,38080	0,38080
		7	810,00	4.698,00	240,00	0,77142	4,47428
L 25	525,00	1	210,00	210,00	315,00	0,40000	0,40000
		9	360,00	2.196,00	165,00	0,68571	4,18285
L 26	525,00	2	193,00	255,90	332,00	0,36761	0,48742
		9	360,00	2.142,00	165,00	0,68571	4,08000
L 27	479,00	1	221,75	221,75	257,25	0,46294	0,46294
		5	243,00	909,00	236,00	0,50730	1,89770
L 28	443,00	2	230,89	348,04	212,11	0,52119	0,78564
		2	180,00	252,00	263,00	0,40632	0,56884
Totais	16.244,00		6.317,16	6.646,74	9.927,83	0,38889	0,40918
			9.099,00	37.872,00	7.145,00	0,56014	2,33144

Nota: em vermelho os valores obtidos com a volumetria dos envelopes solares

Pela Tabela 15, confeccionada a partir do levantamento dos módulos inseridos nos volumes dos envelopes solares, é possível efetuar as comparações necessárias entre os valores existentes e permitidos pela LUOS e os novos valores obtidos com a volumetria dos envelopes solares.

Os envelopes solares, como foi visto, permitem um potencial de construção máximo, e pode-se verificar o aumento nas áreas ocupadas e respectivas taxas de ocupação (que chegam a alcançar 0,77 no lote 23/24), e um aumento substancial nos coeficientes de aproveitamento, que em alguns casos, como nos lotes 25 e 26, conseguem ultrapassar o valor 4,0 (acima de dez vezes o coeficiente de aproveitamento da edificação existente). A variação do coeficiente de aproveitamento dos lotes 20 a 25 atinge valores considerados elevados, que vão de 3,0 a 4,0.

Nestes casos, quando existe esse potencial construtivo fornecido pelo envelope solar, o excesso do coeficiente de aproveitamento sobre o coeficiente básico estabelecido por lei pode servir de estoque para a utilização dos instrumentos urbanísticos constantes do Estatuto da Cidade, ou para a criação de novos instrumentos.

As novas densidades decorrentes do potencial construtivo máximo são: construtiva de 23.314,45 m²/ha, populacional residencial de 438,45 hab/ha, consideradas densidades médias ou moderadas, e densidade populacional comercial de 1.942,87 hab/ha, considerada alta densidade.

Geração dos envelopes solares (das 11h00 às 13h00)

Da mesma forma que nos quarteirões já estudados, é feita uma simulação para o período das 11h00 às 13h00 a fim de comparar os aumentos dos novos parâmetros que serão obtidos pelas novas volumetrias dos ESs com os existentes e os obtidos com os ESs para o período das 10h00 às 14h00. A figura 156 apresenta a nova implantação com a introdução dos módulos construtivos.

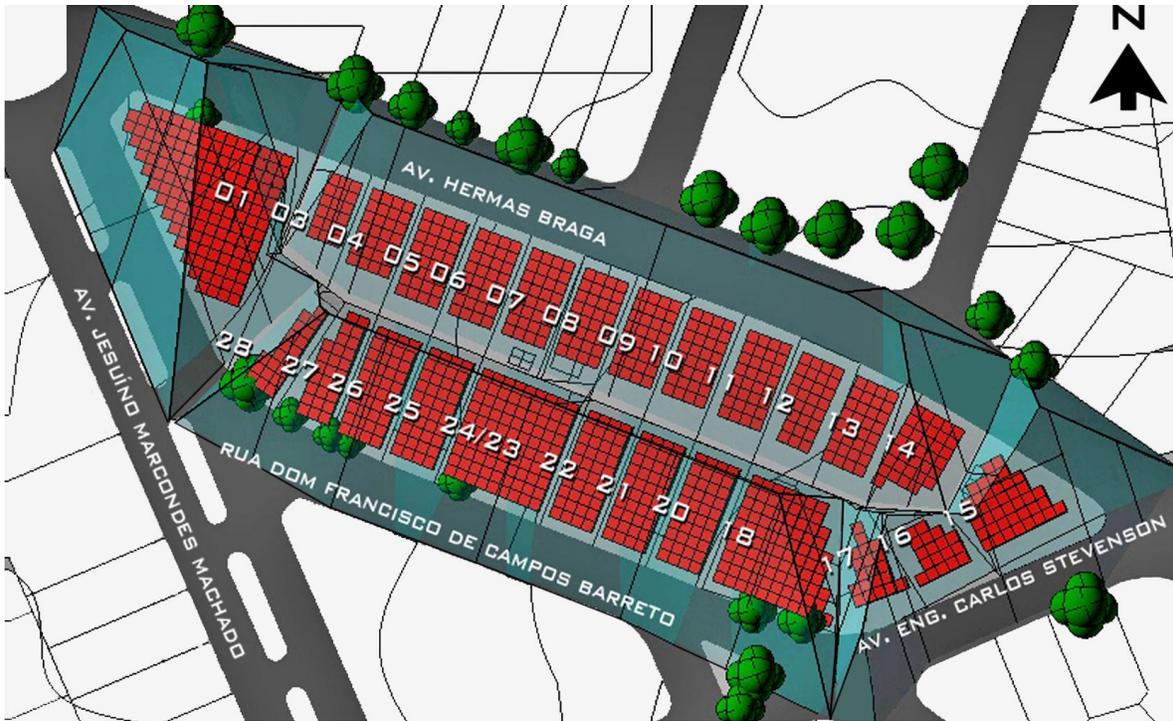


Fig. 155. ESs com introdução dos módulos construtivos



Fig. 156. Módulos construtivos com sombras às 11h00

As figuras 156 e 158 apresentam as simulações efetuadas no período com o sombreamento para as 11h00. É possível notar que as sombras das edificações com frente para a Av. Hermas Braga, não atingem as divisas dos lotes com frente

pata a Rua Dom Francisco de Campos Barreto, igualmente as sombras das edificações com frente para esta rua, não atingem as divisas das propriedades do outro quarteirão em frente. A figura 157 mostra a simulação no mesmo período com as sombras às 13h00, note-se que as edificações com frente para a Rua Eng. Carlos Stevenson, não atingem as propriedades do quarteirão em frente.



Fig. 157. Módulos construtivos com sombras às 13h00

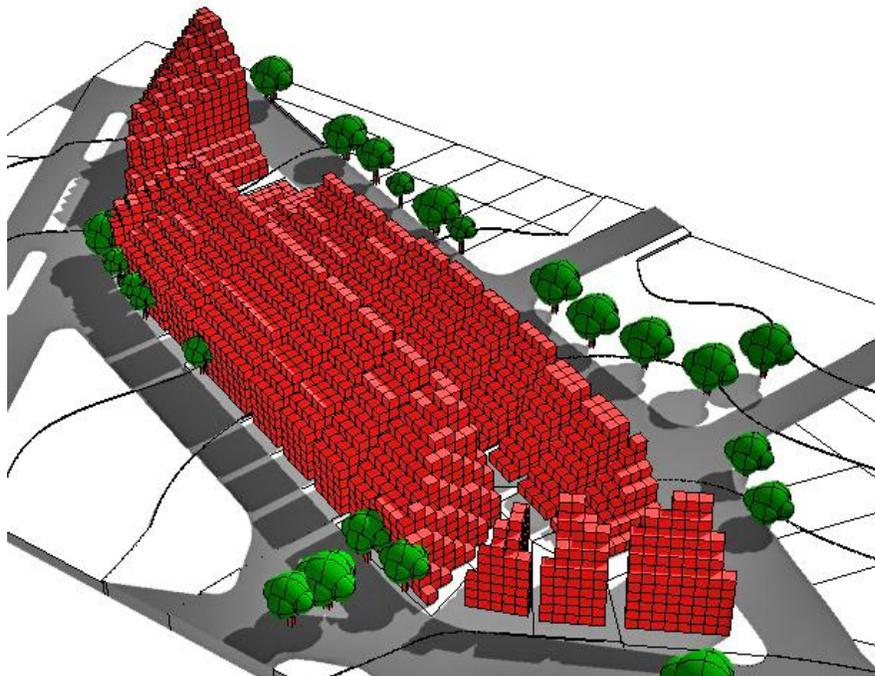


Fig. 158. Vista em 3D. Sugestão com sombras às 11h00

Tabela 16 – PARÂMETROS URBANÍSTICOS (sugestão das 11h00 às 13h00)

TERRENO			CONSTRUÇÃO (m²)				
lote	área (m²)	nº pav.	Ocupada	Total	Livre	TO	CA
L 01	2.234,00	1	605,00	605,00	1.629,99	0,27081	0,27081
		16	1.449,00	5.395,00	789,00	0,64861	2,41495
L 03	467,00	1	208,60	208,60	258,40	0,44668	0,44668
		2	162,00	219,00	305,00	0,34689	0,46895
L 04	520,00	1	303,95	303,95	216,05	0,58451	0,58451
		3	252,00	396,00	268,00	0,48461	0,76153
L 05	525,00	1	235,41	235,41	289,59	0,44840	0,44840
		7	288,00	1.188,00	237,00	0,54857	2,26285
L 06	525,00				525,00		
		7	288,00	1.152,00	237,00	0,54857	2,19428
L 07	525,00	2	271,30	313,79	253,70	0,51676	0,55769
		7	288,00	1.224,00	237,00	0,54857	2,33142
L 08	525,00	1	180,50	180,50	344,50	0,34380	0,34380
		8	288,00	1.296,00	237,00	0,54857	2,46857
L 09	525,00	1	226,23	226,23	298,77	0,43091	0,43091
		8	288,00	1.296,00	237,00	0,54857	2,46857
L 10	525,00	1	300,40	300,40	224,60	0,57219	0,57219
		8	288,00	1.296,00	237,00	0,54857	2,46857
L 11	545,00				545,00		
		8	288,00	1.296,00	237,00	0,54857	2,46857
L 12	557,00	1	248,50	248,50	308,50	0,44614	0,44614
		7	252,00	1.170,00	305,00	0,45242	2,10053
L 13	571,00	1	270,93	270,93	300,07	0,47448	0,47448
		7	288,00	1.251,00	283,00	0,50437	2,19089
L 14	518,00	1	216,90	216,90	301,10	0,41872	0,41872
		7	315,00	819,00	203,00	0,60810	1,58108
L 15	931,00	1	406,00	406,00	525,00	0,43609	0,43609
		6	360,00	2.565,00	571,00	0,38668	2,75510
L 16	561,00	1	212,10	212,10	348,90	0,37807	0,37807
		9	162,00	1.170,00	399,00	0,28877	2,08556
L 17	488,00	1	220,30	220,30	267,70	0,45143	0,45143
		8	180,00	864,00	308,00	0,36885	1,77049
L 18	1.087,00	1	669,30	669,30	417,70	0,61573	0,61573
		12	792,00	4.932,00	295,00	0,72861	4,53725
L 20	543,00	1	269,03	269,03	273,97	0,49545	0,49545
		12	360,00	3.096,00	183,00	0,66298	5,70165
L 21	525,00	2	217,22	324,26	307,78	0,41375	0,61763
		12	360,00	2.988,00	165,00	0,68571	5,69142
L 22	525,00				525,00		
		12	360,00	2.988,00	165,00	0,68571	5,69142
L 23/24	1.050,00	1	399,85	399,85	650,15	0,38080	0,38080
		12	810,00	6.804,00	240,00	0,77142	6,48000
L 25	525,00	1	210,00	210,00	315,00	0,40000	0,40000
		12	360,00	2.952,00	165,00	0,68571	5,62285
L 26	525,00	2	193,00	255,90	332,00	0,36761	0,48742
		12	360,00	3.024,00	165,00	0,68571	5,76000
L 27	479,00	1	221,75	221,75	257,25	0,46294	0,46294
		12	243,00	1.557,00	236,00	0,50730	3,25052
L 28	443,00	2	230,89	348,04	212,11	0,52119	0,78564
		10	180,00	1.197,00	263,00	0,40632	2,70203
Totais	16.244,00		6.317,16	6.646,74	9.927,83	0,38889	0,40918
			9.261,00	52.135,00	6.983,00	0,57011	3,20949

Nota: em vermelho os valores obtidos com a volumetria dos envelopes solares

Nesta sugestão, os envelopes solares apresentam o potencial máximo a ser edificado e a altura, bem maiores do que na sugestão anterior. Pode-se verificar, na tabela 16, em vermelho, que as alturas chegam a até 16 pavimentos, e que os coeficientes de aproveitamento ultrapassam valores de 5 e 6 nos lotes com frente para a Rua Dom Francisco de Campos Barreto. As densidades encontradas mudam seus valores de 4.091,81m²/ha para 32.094,92m²/ha; e populacional de uso residencial de 76,95 hab/ha para 603,55 hab/ha, considerada alta densidade; e densidade populacional comercial ou de prestação de serviços vai para 2.674,57 hab/ha, considerada de muito alta densidade.

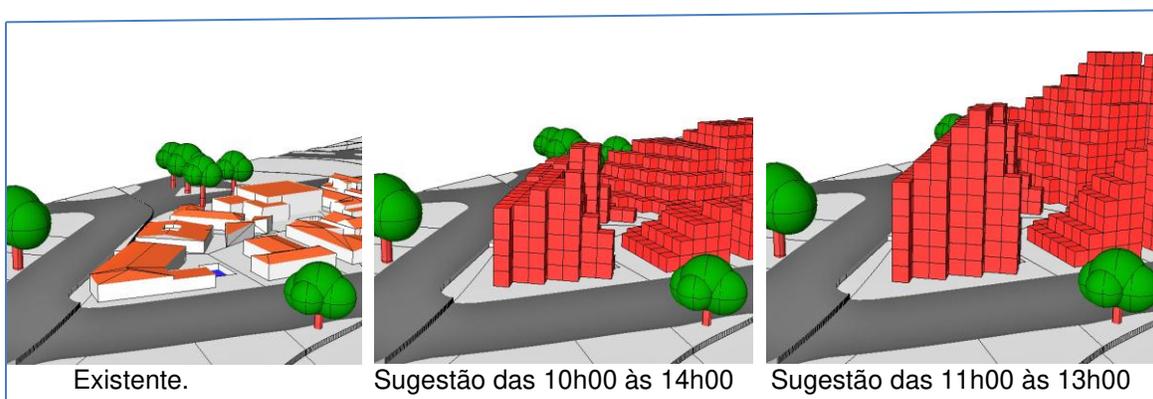


Fig. 159. Comparativo entre a situação existente e as duas sugestões

A figura 159 exibe no detalhe de uma esquina do quarteirão, o resumo do comparativo entre a situação existente e as soluções sugeridas nas simulações.

7. ÁREA DE ESTUDO IV – QUARTEIRÃO 746

Este quarteirão encontra-se entre as ruas Artur de Freitas Leitão, Augusto César de Andrade, Avenida Dr. Moraes Sales e Avenida Hermas Braga. Com 16 lotes projetados originariamente, e após sofrer dois processos de anexação, encontra-se atualmente com 14 lotes, quatro sem construir (figuras 160 e 161).



Fig. 160. Foto aérea. Fonte: Google, 2012



Fig. 161. Implantação; lotes, edificações e vegetação

Tabela 17 – PARÂMETROS URBANÍSTICOS

Lote	TERRENO			CONSTRUÇÃO (m ²)				
	testada (ml)	área (m ²)	nº pav.	Ocupada	Total	Livre	TO	CA
L 01	14,00+39,41	692,00	1	342,20	342,20	349,80	0,49450	0,49450
L 03	32,00	1.120,00	2	532,20	587,20	587,80	0,47517	0,52428
L 04	16,00	560,00	-	-	-	560,00	-	-
L 05	16,00	560,00	-	-	-	560,00	-	-
L 06	16,00	541,00	1	120,00	120,00	421,00	0,22181	0,22181
L 07	52,40	677,30	-	-	-	677,30	-	-
L 08	24,00	462,00	2	197,49	306,57	264,51	0,42746	0,66357
L 09	27,00	493,00	3	194,08	329,71	298,92	0,39367	0,66878
L 10	16,02	559,00	-	-	-	559,00	-	-
L 11	16,00	560,00	2	310,30	443,55	249,70	0,55410	0,79205
L 12	16,00	560,00	2	254,80	367,50	305,20	0,45500	0,65625
L 14	56,70	1.239,00	1	662,63	662,63	576,37	0,53481	0,53481
L 15	15,00	525,00	1	226,72	226,72	298,28	0,43184	0,43184
L 16	15,00	525,00	2	138,50	240,90	386,50	0,26380	0,45885
Totais		9.073,30		2.978,92	3.626,98	6.094,38	0,32831	0,39974
A LUOS permite				4.536,65	9.073,30	4.536,65	0,5	1,0

A Tabela 17 mostra os dados atuais, fornecidos pelo DIDC da Secretaria Municipal de Planejamento. Os lotes 02/03 e 12/13 foram anexados e apresentam áreas de terreno de 1.120,00 e 1.239,00 m² e áreas de construção de 587,20 m² e 662,63 m². Os lotes 06 e 07 apresentam-se como se estivessem anexados, apesar do lote 07 não ter construção. Já os lotes restantes, com suas medidas originais mostram, áreas de terreno entre 462,00 m² e 692,00 m², com respectivas áreas construídas entre 120,00 m² e 443,55 m².

Com a taxa de ocupação máxima de 0,5, ou 4.536,65 m² e o coeficiente de aproveitamento máximo igual a 1,0, ou a 9.073,30 m², dos 6.094,38 m² de área livre sobre o quarteirão, temos uma média de taxa de ocupação de 0,32831, e com os 3.626,98 m² de área construída, um coeficiente de aproveitamento de 0,39974; o que indica baixa densidade construtiva, no caso de 3.997,42 m²/ha e densidade populacional de 77,15 hab/ha.

As ruas

A Rua Augusto César de Andrade, ao nordeste do quarteirão, apresenta vegetação urbana com implantação inadequada, pois as árvores de alto porte se posicionam ao leste das casas, sombreando as janelas dos dormitórios voltadas para esta face, no horário da manhã, e conflitante com a rede elétrica, que está posicionada na mesma calçada (figura 162). A Rua Arthur de Freitas Leitão, voltada para a face noroeste do quarteirão, também exhibe a vegetação em conflito com a rede elétrica, além de sombrear as edificações como mostra a foto da figura 163, correspondente à casa sobre o lote 16.



Fig. 162. Foto do lote 03 à R. Augusto César de Andrade



Fig. 163. Foto do lote 16 à R. Arthur de F. Leitão

A Avenida Hermas Braga, com a proximidade da Avenida Dr. Moraes Sales, torna-se uma importante e movimentada via de acesso ao bairro. As unidades edificadas têm atividades comerciais, e com frente para a face sudoeste do quarteirão; apresentam pouca vegetação como mostra a foto da figura 164 que corresponde à unidade 14 e que abriga o Conservatório Carlos Gomes, importante centro de formação artística. A rede elétrica encontra-se corretamente implantada, para efeito deste trabalho, pois se encontra na calçada oposta. A Avenida Dr. Moraes Sales, ao sudeste do quarteirão, apresenta duas unidades com intensa vegetação (figura 165), o que parece coerente, mas conflitam com a rede elétrica, que ocupa as duas calçadas, por tratar-se de importante avenida, com canteiro central.



Fig. 164. Foto dos lotes 14 e 12 à Av. Hermas Braga



Fig. 165. Foto do lote 07 à Av. Dr. Moraes Sales

Geração dos envelopes solares (das 10h00 às 14h00)

Foram gerados os envelopes solares sobre cada lote, incluindo a rua como é apresentado na figura 166, sem sombras, para análise de implantação das edificações no lote. Nas figuras 167 e 168 com as sombras no dia 21 de junho, às 10h00, e na figura 169 com sombras às 14h00. Foi considerada a orientação do quarteirão, dos lotes, a inclinação das ruas e a arborização urbana, pública e privativa.



Fig. 166. Implantação com os ESs

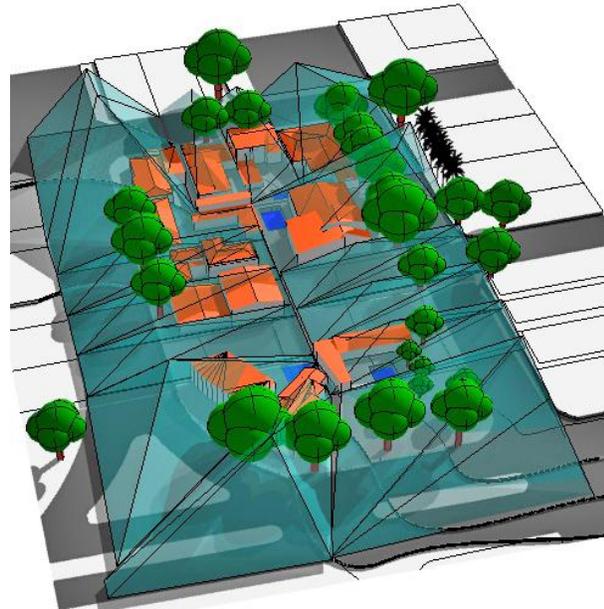


Fig. 167. Vista 3D. Implantação com sombras às 10h00

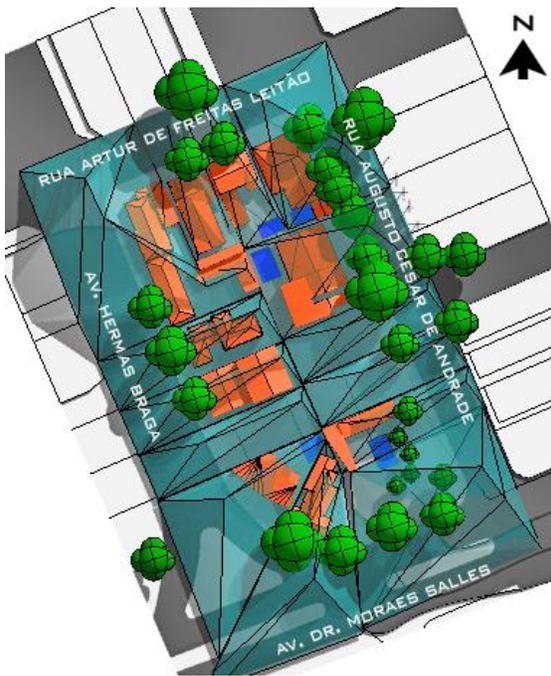


Fig. 168. Implantação com sombras às 10h00

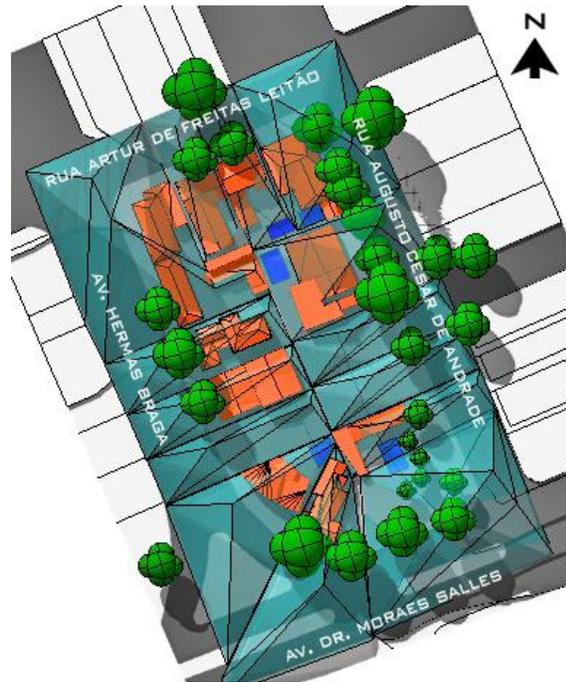


Fig. 169. Implantação com sombras às 14h00

Pelas figuras de 166 a 169, pode-se observar que, no lote 01, a edificação existente extrapola os limites do ES, podendo ser deslocada para a esquina, pois é ali que a altura do envelope é maior; a piscina está ao sul da edificação, sendo

assim, sombreada o dia inteiro pela própria edificação. O lote 03, por ser uma construção assobradada, também extrapola esses limites; a piscina é sombreada pela própria edificação de manhã e, à tarde pelo vizinho do lote 14. A piscina que se encontra nos lotes 06 e 07 está “protegida” por uma vegetação arbórea que durante a manhã, faz sombra sobre ela. Em geral as edículas, por se encontrarem nas divisas dos fundos, acabam por se transformar em edificações indesejadas para este trabalho, pois sempre vão ultrapassar os limites dos envelopes solares.

Adensamento e verticalização

As edificações de frente para a Av. Hermas Braga estão com o uso modificado de residencial para comercial, desta forma, é possível, como nos casos anteriores, modificar a construção dos envelopes solares, envolvendo os lotes de 08 a 15. Permite nova volumetria para as edificações e para cada lote isoladamente. Já os lotes com frente para a Rua Augusto César de Andrade e Rua Arthur de Freitas Leitão permanecem com os usos residenciais, caracterizando, então, um quarteirão com usos mistos.

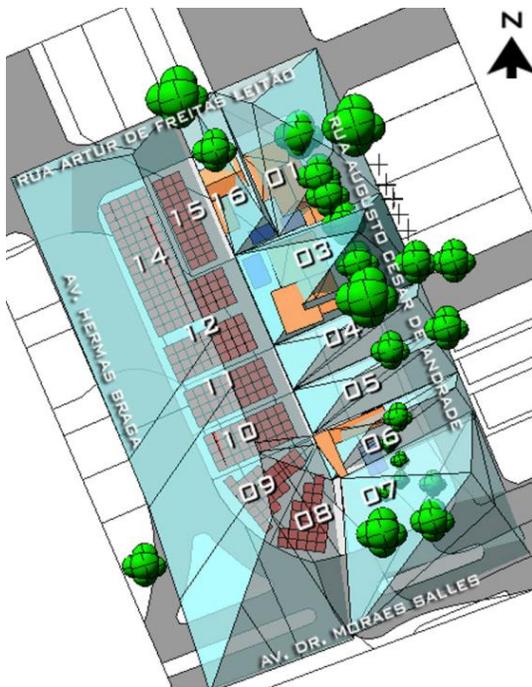


Fig. 170. Introdução dos módulos construtivos

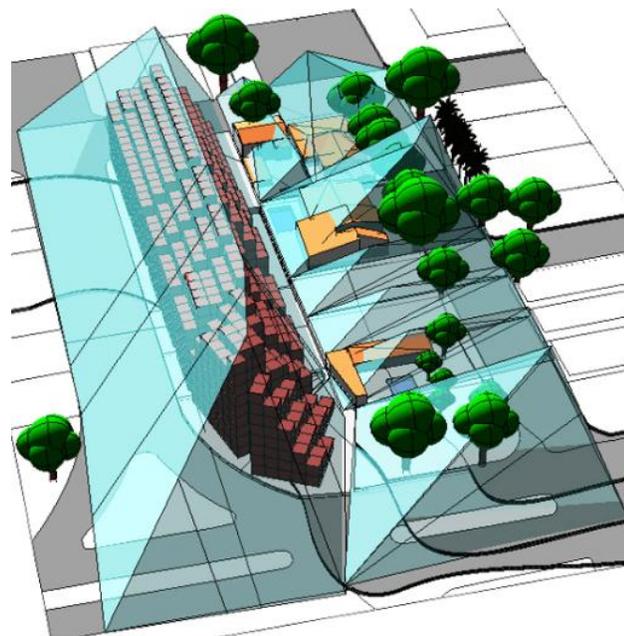


Fig. 171. Vista 3D

Pode-se observar que a altura proposta das edificações é similar, devido ao terreno ser praticamente plano e à orientação da avenida que proporciona um ES quase nivelado também. A forma dos lotes 10, 11 e 12, retangular com 15,00m por 35,00m, permitiu deixar uma distância entre as edificações de 3,00 m (1,50m da edificação até cada divisa), apenas para aeração e iluminação natural, não podendo ter aberturas para insolação dos compartimentos, ou para captação de energia solar.



Fig. 172. Corte transversal esquemático



Fig. 173. Sugestão com sombras às 10h00



Fig. 174. Sugestão com sombras às 14h00

Pelo ES gerado junto à Avenida Hermas Braga, pode-se notar que é possível verticalizar até 11 pavimentos, de acordo com os módulos construtivos estabelecidos, e as figuras 173 e 174 mostram claramente que as sombras destas

novas edificações, às 10h00, não atingem os vizinhos do outro lado da avenida, nem os vizinhos do mesmo quarteirão, às 14h00 (figuras 173 e 175).



Fig. 175. Vista 3D com sombras às 10h00

Tabela 18 – PARÂMETROS URBANÍSTICOS (sugestão das 10h00 às 14h00)

TERRENO			CONSTRUÇÃO (m²)				
lote	área (m²)	nº pav.	Ocupada	Total	Livre	TO	CA
L 01	692,00	1	342,20	342,20	349,80	0,49450	0,49450
L 03	1.120,00	2	532,20	587,20	587,80	0,47517	0,52428
L 04	560,00				560,00		
L 05	560,00				560,00		
L 06	541,00	1	120,00	120,00	421,00	0,22181	0,22181
L 07	677,30				677,30		
L 08	462,00	2	197,49	306,57	264,51	0,42746	0,66357
		8	234,00	828,00	228,00	0,50649	1,79220
L 09	493,00	2	194,08	329,71	298,92	0,39367	0,66878
		11	270,00	1.962,00	223,00	0,54766	3,97971
L 10	559,00				559,00		
		10	324,00	1.980,00	236,00	0,57857	3,53571
L 11	560,00	2	310,30	443,55	249,70	0,55410	0,79205
		10	324,00	2.052,00	236,00	0,57857	3,66428
L 12	560,00	2	254,80	367,50	305,20	0,45500	0,65625
		10	324,00	2.268,00	236,00	0,57857	4,05000
L 14	1.239,00	1	662,63	662,63	576,37	0,53481	0,53481
		10	819,00	7.569,00	420,00	0,66101	6,10895
L 15	525,00	1	226,72	226,72	298,28	0,43184	0,43184
		6	270,00	1080,00	255,00	0,51428	2,05714
L 16	525,00	2	138,50	240,90	386,50	0,26380	0,45885
totais	9.073,30		2.978,92	3.626,98	6.094,38	0,32813	0,39974
			3.559,40	13.473,30	4.989,90	0,39229	1,48477

Nota: em vermelho, os valores obtidos com a volumetria resultante dos ESs

Com o potencial máximo de construção resultante da geração dos ESs, pode-se verificar, pela tabela 18, um aumento nas áreas ocupadas e respectivas taxas de ocupação, bem como no coeficiente de aproveitamento. Nos lotes com frente para a Av. Hermas Braga, o coeficiente de aproveitamento é maior que 1,0 com variações de 1,71428 até 6,10895.

A densidade de construção fica em 14.849,39 m²/ha, com uma densidade populacional residencial de 286,60 hab/ha, considerada baixas densidades, com uma densidade populacional mista (residencial e comercial) que atinge os 1.048,34 hab/ha, considerada alta densidade.

Geração dos envelopes solares (das 11h00 às 13h00)

Nesta sugestão, assim como na anterior, foi gerado também um envelope solar sobre todos os lotes comerciais com frente para a Av. Hermas Braga, no período das 11h00 às 13h00, para verificação dos aumentos, da forma que é apresentada nas figuras de 176 a 181 causados pela nova volumetria.



Fig. 176. Introdução dos módulos construtivos sem sombras

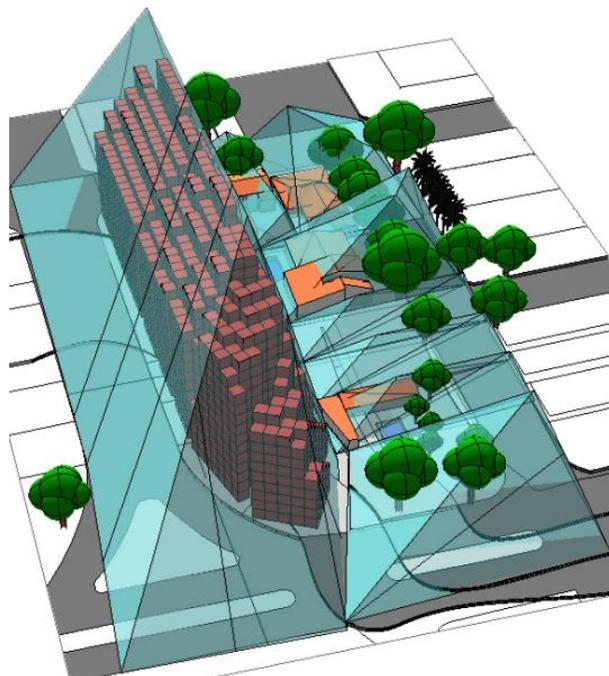


Fig. 177. Vista 3D. ESs e módulos construtivos



Fig.178. Implantação com sombras às 11h00



Fig. 179. Implantação com sombras às 13h00

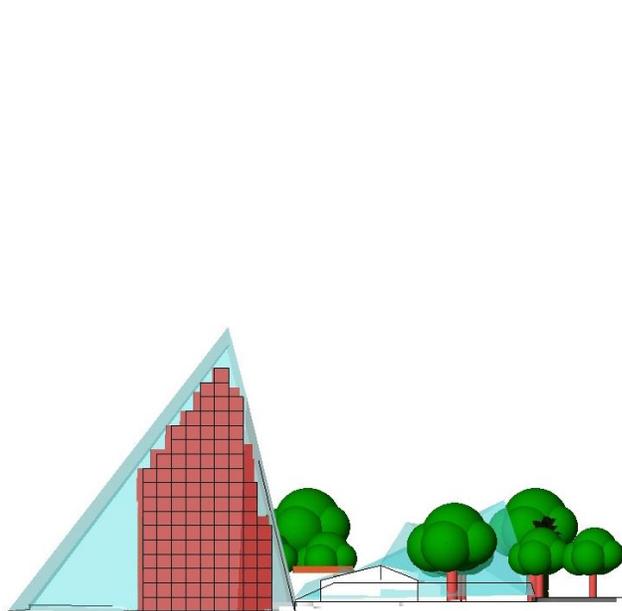


Fig. 180. Corte transversal esquemático



Fig. 181. Vista 3D. Sugestão com sombras às 11h00

Nesta sugestão, como nas anteriores, no horário das 11h00 às 13h00s, os ESs apresentam um potencial máximo maior que na sugestão anterior, e a alturas das edificações bem maiores, também, como relacionado na tabela 19, com alturas que chegam até 18 pavimentos no lote 11. Os coeficientes de aproveitamento ultrapassam valores acima de 7,0.

Tabela 19 – PARÂMETROS URBANÍSTICOS (sugestão das 11h00 às 13h00)

TERRENO			CONSTRUÇÃO (m ²)				
lote	área (m ²)	n° pav.	Ocupada	Total	Livre	TO	CA
L 01	692,00	1	342,20	342,20	349,80	0,49450	0,49450
L 03	1.120,00	2	532,20	587,20	587,80	0,47517	0,52428
L 04	560,00				560,00		
L 05	560,00				560,00		
L 06	541,00	1	120,00	120,00	421,00	0,22181	0,22181
L 07	677,30				677,30		
L 08	462,00	2	197,49	306,57	264,51	0,42746	0,66357
		12	234,00	1791,00	228,00	0,50649	3,87662
L 09	493,00	2	194,08	329,71	298,92	0,39367	0,66878
		16	270,00	3.528,00	223,00	0,54766	7,15618
L 10	559,00				559,00		
		17	324,00	4.221,00	236,00	0,57857	7,53750
L 11	560,00	2	310,30	443,55	249,70	0,55410	0,79205
		18	324,00	4.185,00	236,00	0,57857	7,47321
L 12	560,00	2	254,80	367,50	305,20	0,45500	0,65625
		17	324,00	3.978,00	236,00	0,57857	7,10357
L 14	1.239,00	1	662,63	662,63	576,37	0,53481	0,53481
		17	819,00	9.864,00	420,00	0,66101	7,96125
L 15	525,00	1	226,72	226,72	298,28	0,43184	0,43184
		15	270,00	2808,00	255,00	0,51428	5,34857
L 16	525,00	2	138,50	240,90	386,50	0,26380	0,45885
totais	9.073,30		2.978,92	3.626,98	6.094,38	0,32813	0,39974
			3.559,40	31.424,40	5.513,90	0,39229	3,46339

Nota: em vermelho, os valores obtidos com a volumetria resultante dos ESs

As densidades encontradas mudam seus valores de 3.997,42 m²/ha para 34.633,92 m²/ha, populacional residencial de 77,15 hab/ha para 668,40 hab/ha e populacional comercial para 2.524,29 hab/ha consideradas altas densidades.

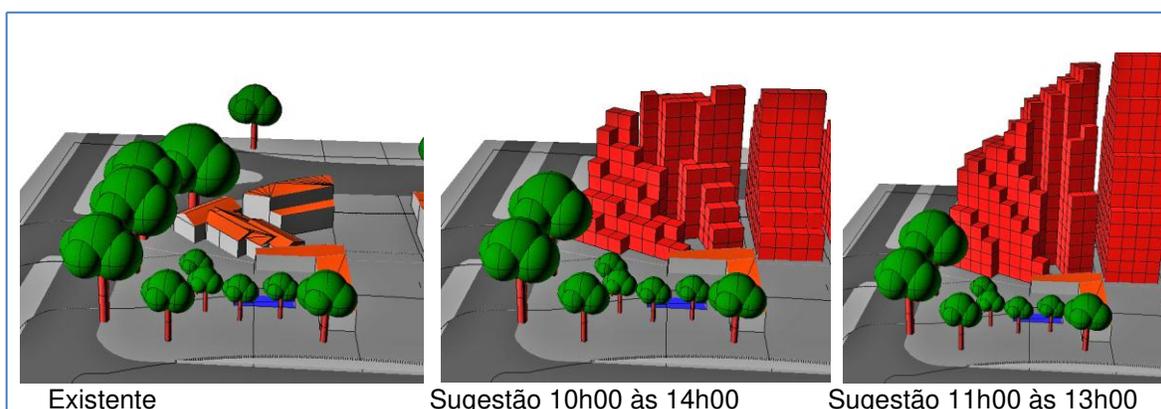


Fig. 182. Comparativo entre o existente e as duas sugestões

A figura 182 mostra o resumo gráfico em detalhe de esquina do quarteirão das sugestões simuladas.

8. ÁREA DE ESTUDO V – QUARTEIRÃO 754

Este quarteirão situa-se entre as ruas Artur de Freitas Leitão, Dr. José Ferreira de Camargo, Atibaia e Dr. Paulo de Castro Pupo Nogueira. Com 20 lotes projetados originariamente, houve seis processos de anexação, e, atualmente tem sete lotes, todos com construção. (figuras 183 e 184).



Fig. 183. Foto aérea. Fonte: Google, 2012



Fig. 184. Implantação dos lotes, edificações e arborização

A Tabela 20 mostra os dados atuais, fornecidos pelo DIDC da Secretaria Municipal de Planejamento, complementados pelos cálculos de área livre, taxa de ocupação (TO) e coeficiente de aproveitamento (CA).

Tabela 20 – PARÂMETROS URBANÍSTICOS

Lote	TERRENO			CONSTRUÇÃO (m ²)				
	testada (ml)	área (m ²)	nº pav.	Ocupada	Total	Livre	TO	CA
L 02	23,00 + 25,00	1.065,00	2	460,00	780,00	605,00	0,43192	0,73239
L 04	25,55+16,55	575,00	2	225,20	323,40	350,00	0,39165	0,56243
L 14	18,00+20,87	417,00	1	185,70	185,70	231,30	0,44532	0,44532
L 15	34,49	959,00	2	185,92	288,65	773,08	0,19386	0,30099
L 17	32,50	962,12	2	317,00	434,20	645,12	0,32948	0,45129
L 18	35,30	772,75	2	165,00	264,00	607,75	0,21352	0,34163
L 19	101,26	1.283,37	1	828,70	828,70	454,67	0,64572	0,64572
Totais		6.034,24		2.367,52	3.104,65	3.666,72	0,39234	0,51450
Permitido pela LUOS:				3.017,12	6.034,24	3.017,12	0,5	1,0

Os lotes 02, 15, 17, 18 e 19 são resultado de anexação de lotes e apresentam áreas de terreno de 1.065,00m², 959,00m², 962,12m², 772,75m² e 1.239,00m² respectivamente com as suas áreas de construção de 780,00m², 288,65m², 434,20m², 264,00m² e 828,70m². Os lotes 04 e 14 apresentam suas medidas e áreas originais, com áreas de terreno de 575,00m² e 417,00m², e respectivas áreas construídas de 323,40m² e 185,70m².

Pela LUOS, a taxa de ocupação de 0,5, para o quarteirão, representa 3.017,12 m², e o coeficiente de aproveitamento igual a 1,0 representa 6.034,24m², e a área livre mínima de 3.017,12 m². Com os 2.367,52 m² de área ocupada sobre os 6.034,24 m² de terreno do quarteirão, temos uma média de taxa de ocupação para o quarteirão de 0,39234; e, com os 3.104,65 m² de área construída, um coeficiente de aproveitamento de 0,51450, índices de baixas densidades construtivas, no caso de 5.145,05 m²/ha e densidade populacional residencial de 58,00 hab/ha.

As Ruas

A Rua Atibaia tem uma forte acive do oeste para o leste, e apenas duas unidades têm frente para a rua que se encontra na face sul do quarteirão com forte a apropriada vegetação, sobretudo na frente da unidade 02, como mostra a figura 185. A rede elétrica está implantada corretamente na calçada oposta. A Rua

Dr. José Ferreira de Camargo apresenta uma única residência que foi edificada sobre o lote 19 e sua frente está orientada para a face nordeste do quarteirão, mas a vegetação existente, muito próxima da edificação, gera sombras no período da manhã, como mostra a figura 186, além do conflito com a rede elétrica, que se encontra na mesma calçada.



Fig. 185. Foto do lote 02 à Rua Atibaia



Fig. 186. Foto do lote 19 à R. Dr. José F. de Camargo

A Rua Arthur de Freitas Leitão, localizada na face norte do quarteirão, tem a vegetação existente com árvores de porte, em conflito com a rede elétrica e sombreando as edificações, como mostra a figura 187. Pelos critérios expostos nesta tese, a vegetação deveria estar implantada na calçada oposta. A Rua Dr. Paulo de Castro Pupo Nogueira se localiza na face leste do quarteirão, com acentuada inclinação, e apresenta pouca vegetação em frente à unidade 04 (figura 188). A rede elétrica está implantada na calçada oposta, corretamente.



Fig. 187. Foto do lote 17 à R. Arthur de F. Leitão



Fig. 188. Foto do lote 04 à R. Dr. Paulo C. Pupo Nogueira

Geração dos envelopes solares

Foram gerados os ESs sobre cada lote, incluindo a rua, conforme apresentado na figura 189, para análise de implantação das edificações no lote, com as sombras, no dia 21 de junho, às 10h00 (figuras 190 e 191), e às 14h00 (figuras 192 e 193), com considerações sobre a orientação do quarteirão, dos lotes, da inclinação das ruas e da arborização urbana pública e privada.

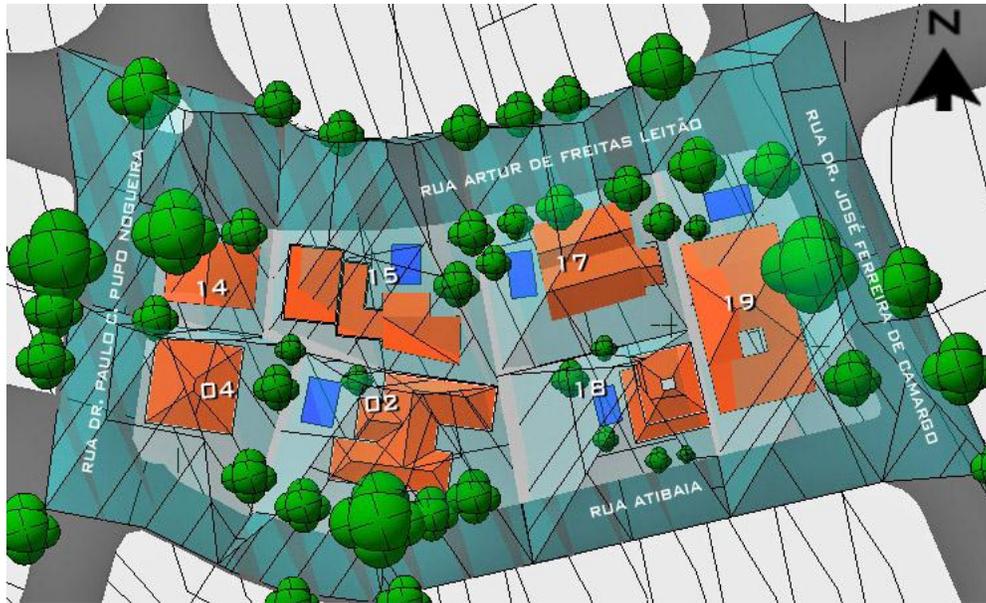


Fig. 189. Implantação no quarteirão com os envelopes solares

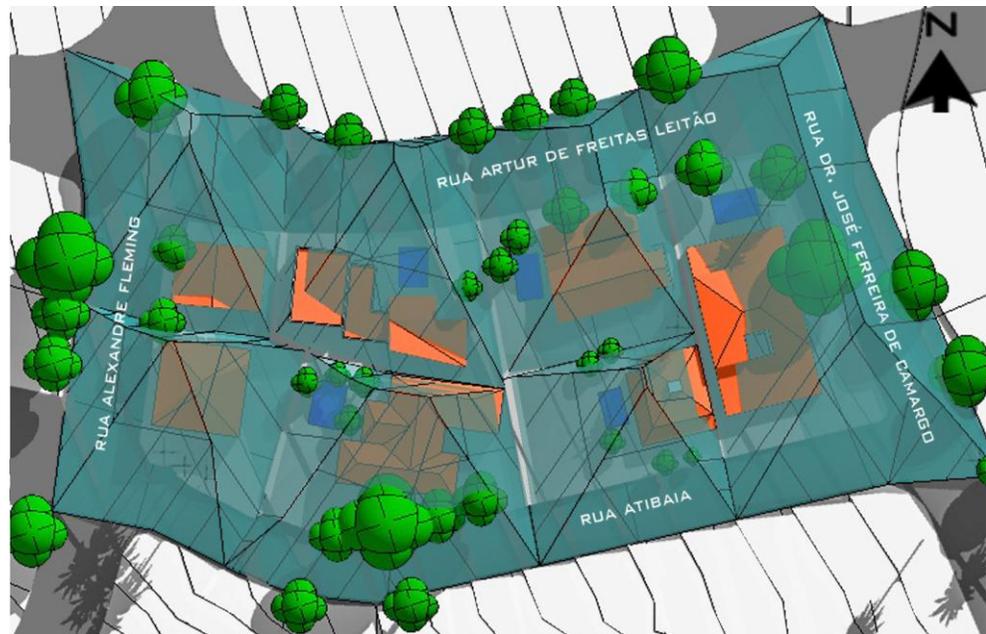


Fig. 190. Implantação com as edificações e árvores, com sombras. 21 de junho às 10h00

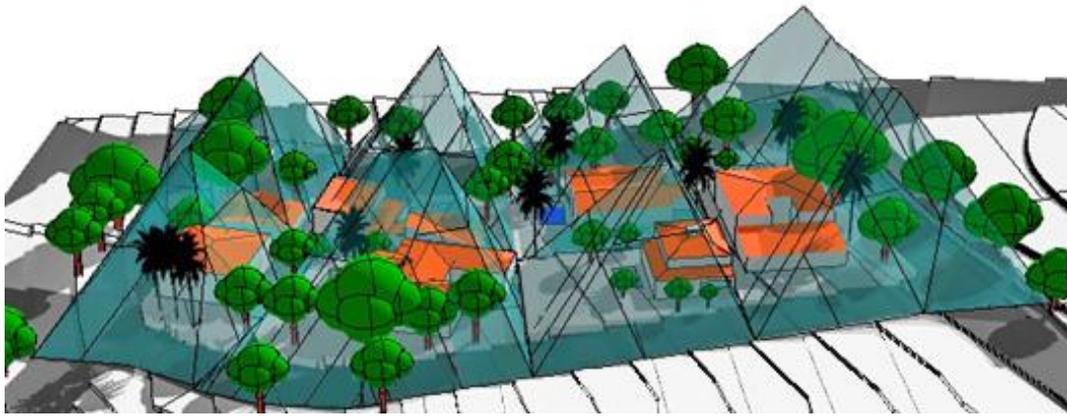


Fig. 191. Vista em 3D. Implantação com edificações e árvores, com sombras. 21 de junho às 10h00

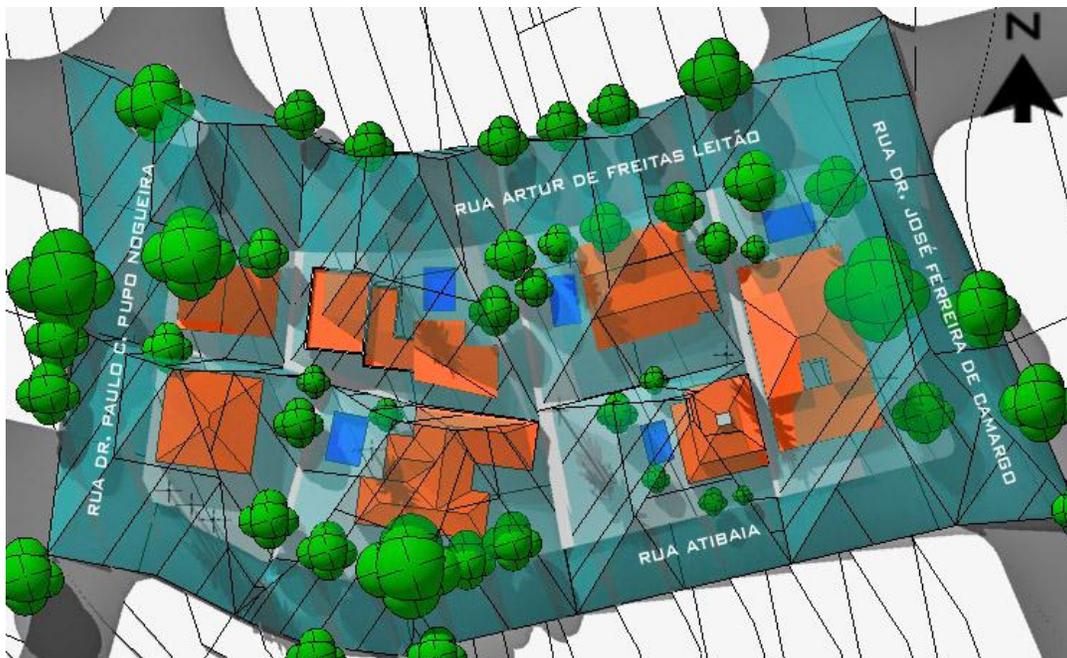


Fig. 192. Implantação com edificações e árvores, com sombras. 21 de junho às 14h00

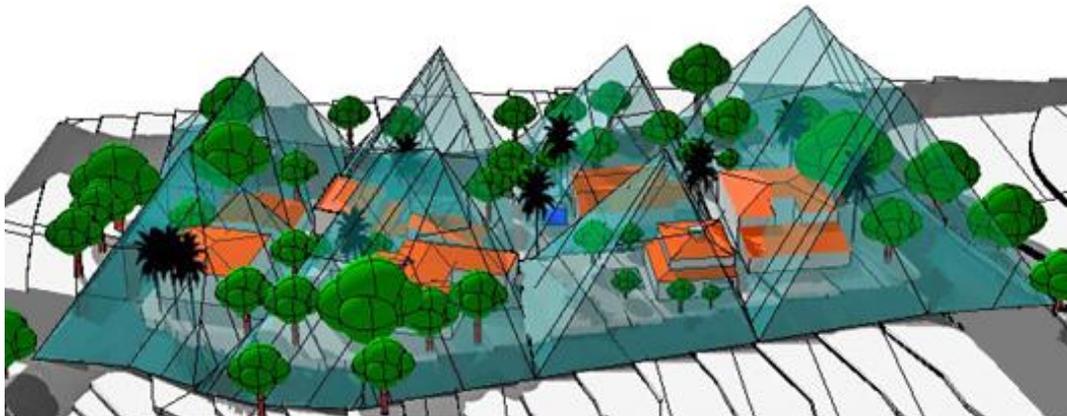


Fig. 193. Vista 3D. Implantação com edificações e árvores, com sombras. 21 de junho às 14h00

Pelas figuras de 189 a 193, pode-se observar que todas as edificações, com exceção daquelas nos lotes 04 e 17, extrapolam os limites dos envelopes solares; muitas árvores também. No lote 19, a edificação está muito próxima das divisas com os lotes 17 e 18, e sombreia as fachadas leste das casas nos respectivos lotes; a piscina está bem implantada, apesar da forte arborização que sombreia a área de solarium e a fachada leste da edificação. A casa do lote 18 também está muito próxima do vizinho lote 19, ultrapassando os limites do seu ES, e ainda sombreia a própria piscina durante a manhã. A casa do lote 17 encontra-se corretamente dentro do seu ES, porém a piscina está mal implantada, sombreada pela edificação durante a manhã e, durante o dia, pela vegetação ao seu redor.

Parte da casa do lote 02 (próxima da divisa com o lote 18) ultrapassa os limites do ES e a piscina está mal implantada, pois é sombreada pela edificação durante a manhã e, durante o dia, pela arborização em volta. A casa do lote 15 ultrapassa os limites do seu envelope e percebe-se que lança sombras sobre seus vizinhos, lote 02 e lote 04, que estão em níveis mais baixos; a piscina, bem implantada, fica sombreada pela vegetação. O lote 04, por ser de esquina, tem seu ES maior e a edificação se encontra perfeitamente implantada, já a casa do lote 14 extrapola os limites do seu ES, próximo à divisa com o lote 04.

Adensamento e verticalização (das 10h00 às 14h00)

Todas as edificações do quarteirão mantêm o uso residencial, mas, como a LUOS permite escritórios ou consultórios, desde que se habite no local, a tendência do bairro é a mudança do uso, para uso misto, assim, é possível levantar uma nova volumetria para as edificações, como é mostrado a seguir: foram gerados dois grandes envelopes no quarteirão, a fim de analisar as unidades resultantes da introdução dos módulos construtivos, isoladamente, cada uma no seu lote, bem como verificar as consequências desta nova situação, tanto na altura das edificações quanto na quantidade de módulos construtivos inseridos.



Fig. 194. Implantação de dois envelopes solares e novas volumetrias nos lotes isolados

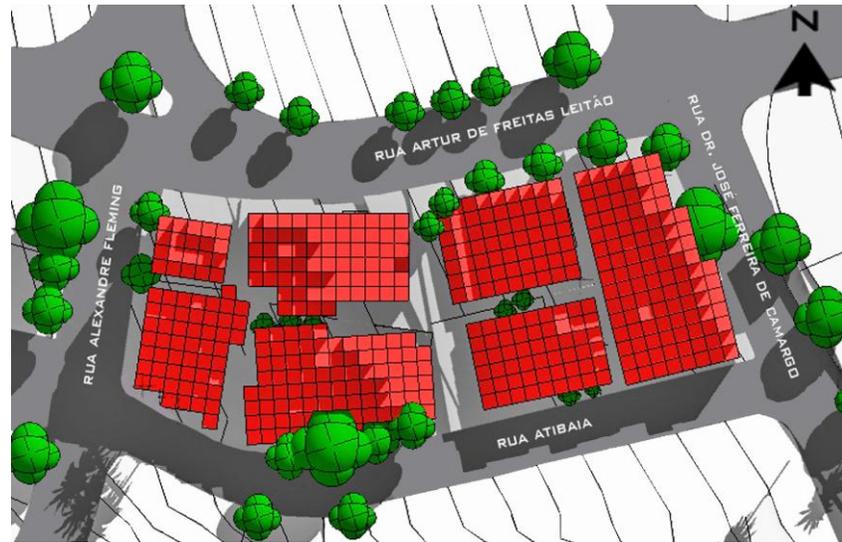


Fig. 195. Sugestão com edificações e vegetação, com sombras às 10h00

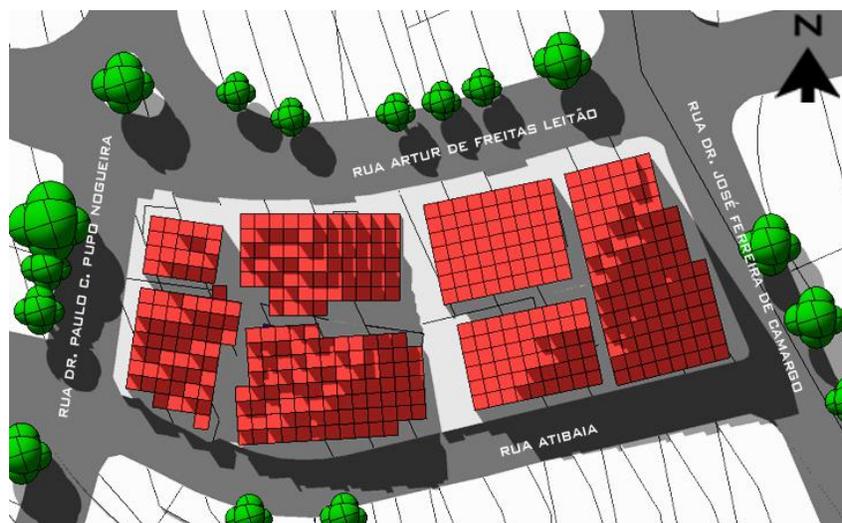


Fig. 196. Sugestão com edificações e vegetação, com sombras às 14h00

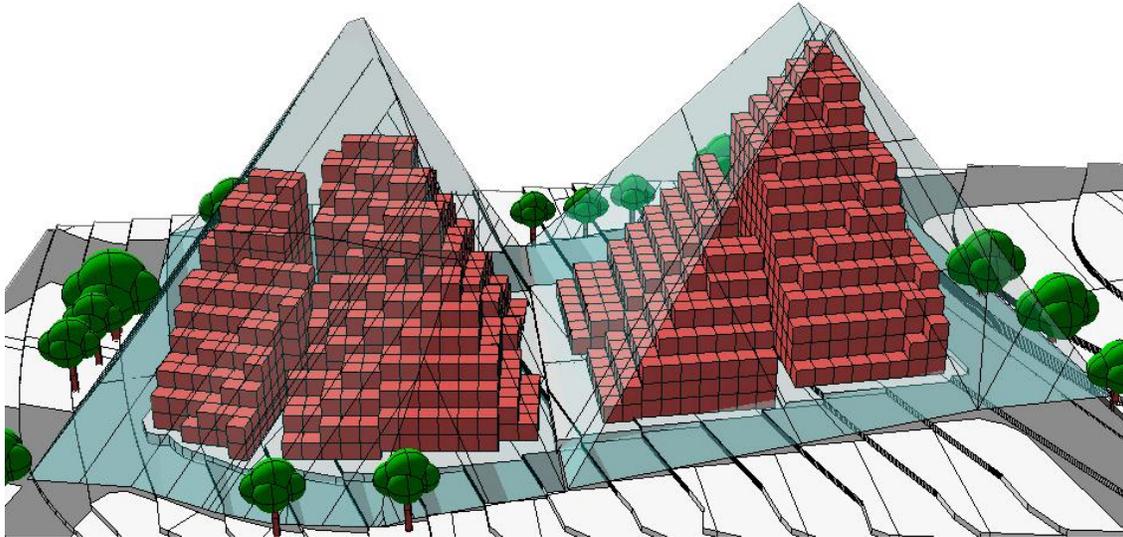


Fig. 197. Sugestão. Vista 3D com os envelopes solares sem sombras

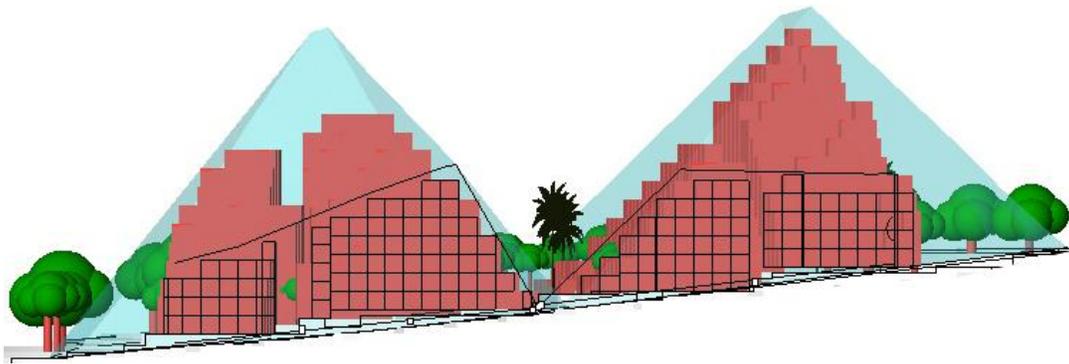


Fig. 198. Corte esquemático

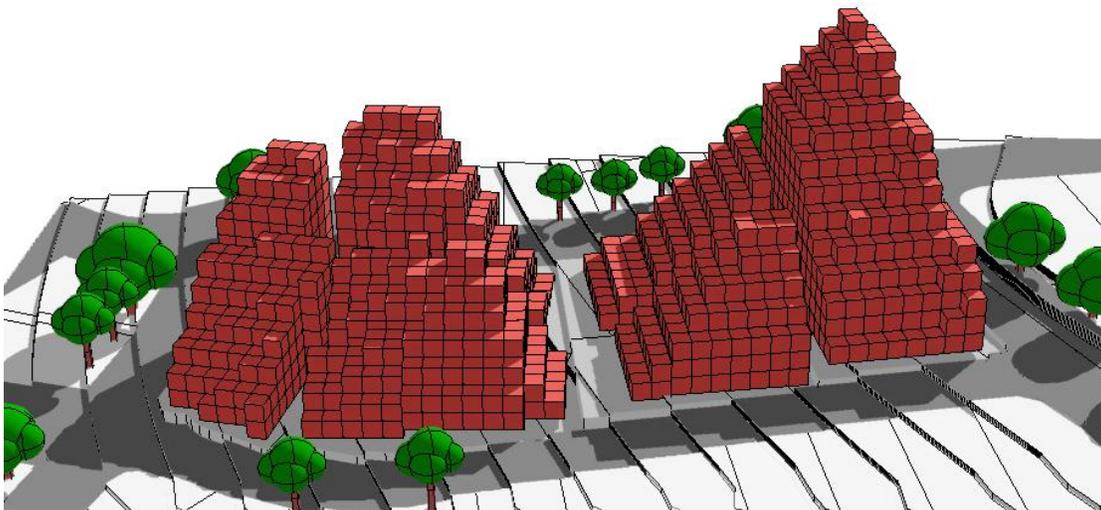


Fig. 199. Sugestão. Vista em 3D sem os envelopes solares, com sombras às 10h00

Os ESs apresentam grande volumetria, pois todos foram gerados incluindo a rua, e pelos módulos de construção colocados no interior deles, os índices decorrentes se mostram maiores, e conseqüentemente, as densidades também.

As futuras edificações podem ser de uso misto, tomando-se os cuidados necessários com os fundos dos lotes, onde as edificações não devem ter aberturas para insolação e captação de energia solar.

O levantamento dos módulos inseridos nos volumes dos envelopes solares permitiu a confecção da Tabela 21 e as comparações necessárias entre os valores existentes (permitidos pela LUOS), os novos valores obtidos e a volumetria dos envelopes solares.

Tabela 21 – **PARÂMETROS URBANÍSTICOS** (sugestão das 10h00 às 14h00)

lote	área (m ²)	nº pav.	CONSTRUÇÃO (m ²)				
			Ocupada	Total	Livre	TO	CA
L 02	1.065,00	2	460,00	780,00	605,00	0,43192	0,73239
		7	774,00	2.538,00	291,00	0,72676	2,38309
L 04	575,00	2	225,20	323,40	350,00	0,39165	0,56243
		7	450,00	1.350,00	125,00	0,78260	2,34782
L 14	417,00	1	185,70	185,70	231,30	0,44532	0,44532
		10	180,00	1.548,00	237,00	0,43165	3,71223
L 15	959,00	2	185,92	288,65	773,08	0,19386	0,30099
		11	612,00	4.077,00	347,00	0,63816	4,25130
L 17	962,12	2	317,00	434,20	645,12	0,32948	0,45129
		8	567,00	2.394,00	395,12	0,58932	2,48825
L 18	772,75	2	165,00	264,00	607,75	0,21352	0,34163
		7	486,00	1.899,00	286,75	0,62892	2,45745
L 19	1.283,37	1	828,70	828,70	454,67	0,64572	0,64572
		13	972,00	7.029,00	311,37	0,75738	5,47698
Totais	6.034,24		2.367,52	3.104,65	3.666,72	0,39234	0,51450
			4.041,00	20.835,00	1.993,24	0,66967	3,45279

Nota: em vermelho, os valores obtidos com a volumetria resultante dos envelopes solares

Houve um aumento nas áreas ocupadas, taxas de ocupação, e coeficientes de aproveitamento, alcançando, o lote 15, um índice maior que 4,0; e o lote 19, mais do que 5,0. As novas densidades decorrentes são: construtivas de 34.527,96 m²/ha, a densidade populacional de uso residencial de 389,25 hab/ha, consideradas, ainda, moderadas, porém a densidade populacional de prestação de serviços passa a ser de 1.736,25 hab/ha, considerada alta.

Adensamento e verticalização (das 11h00 às 13h00)

Esta sugestão, com os dois ESs gerados para o horário das 11h00 às 13h00, apresenta, mais volumetria, mais módulos construtivos, mais altura das

edificações, maiores coeficientes de aproveitamento, e maiores densidades, como mostrado nas figuras de 200 a 205.

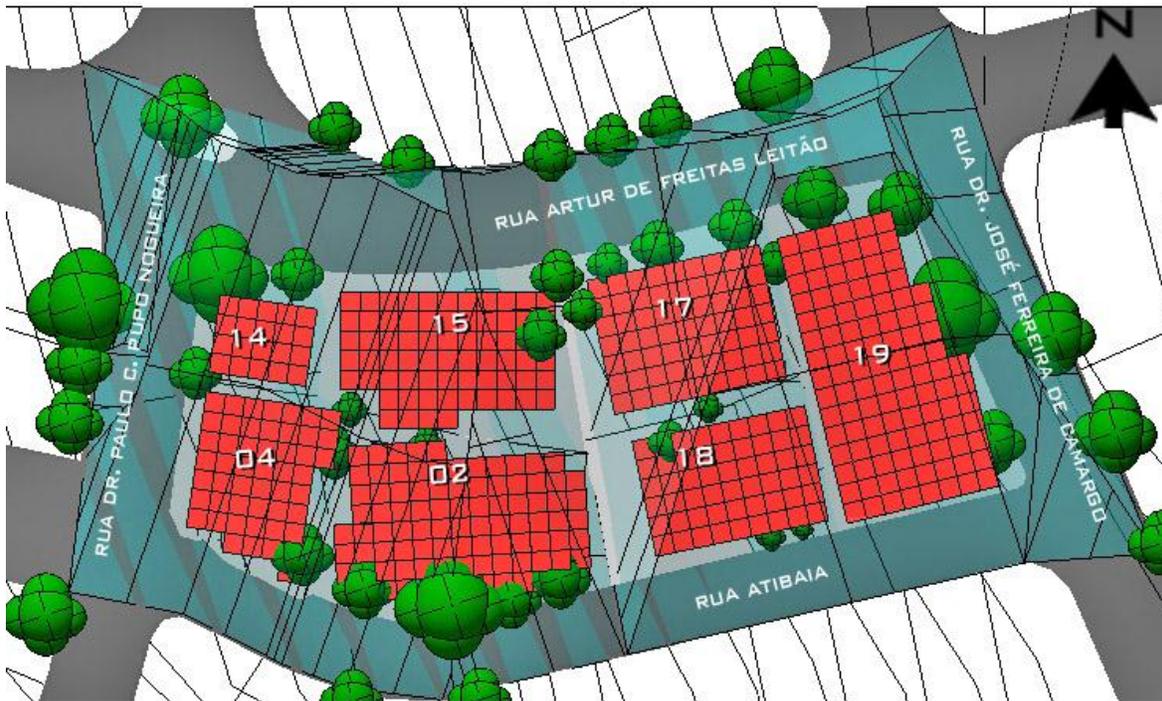


Fig.200. Sugestão. Implantação com dois envelopes e novas volumetrias.

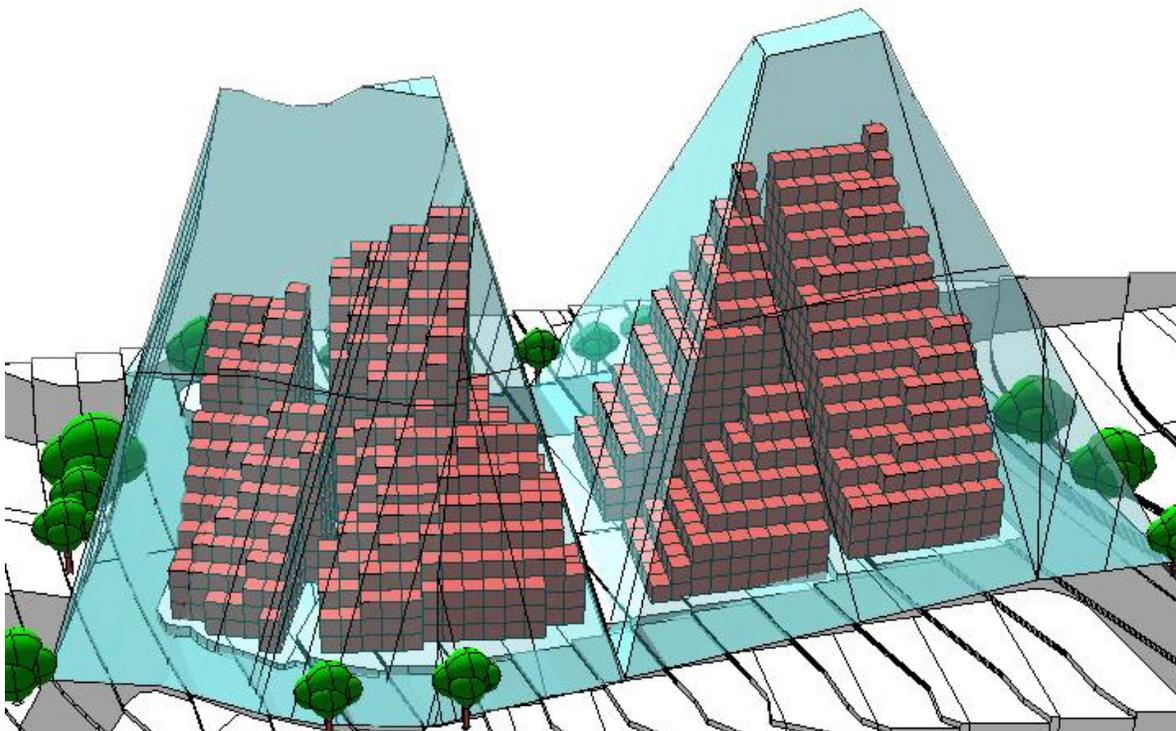


Fig. 201. Sugestão. Vista 3 D sem sombras.



Fig. 202. Sugestão. Implantação com sombras às 11h00.

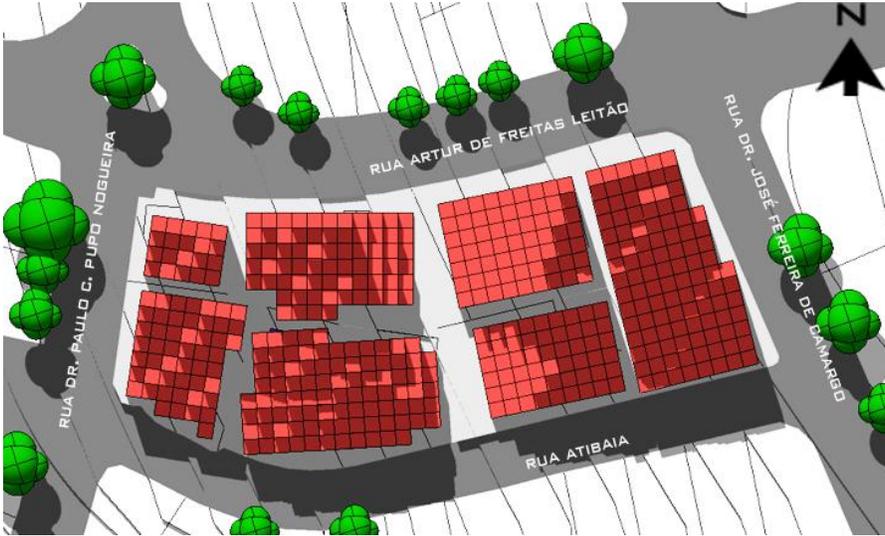


Fig. 203. Sugestão. Implantação com sombras às 13h00.

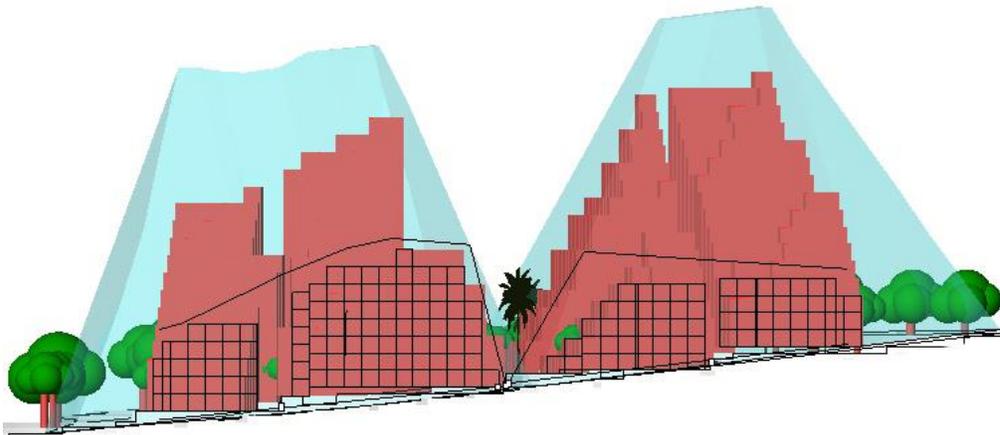


Fig. 204. Sugestão. Corte esquemático.

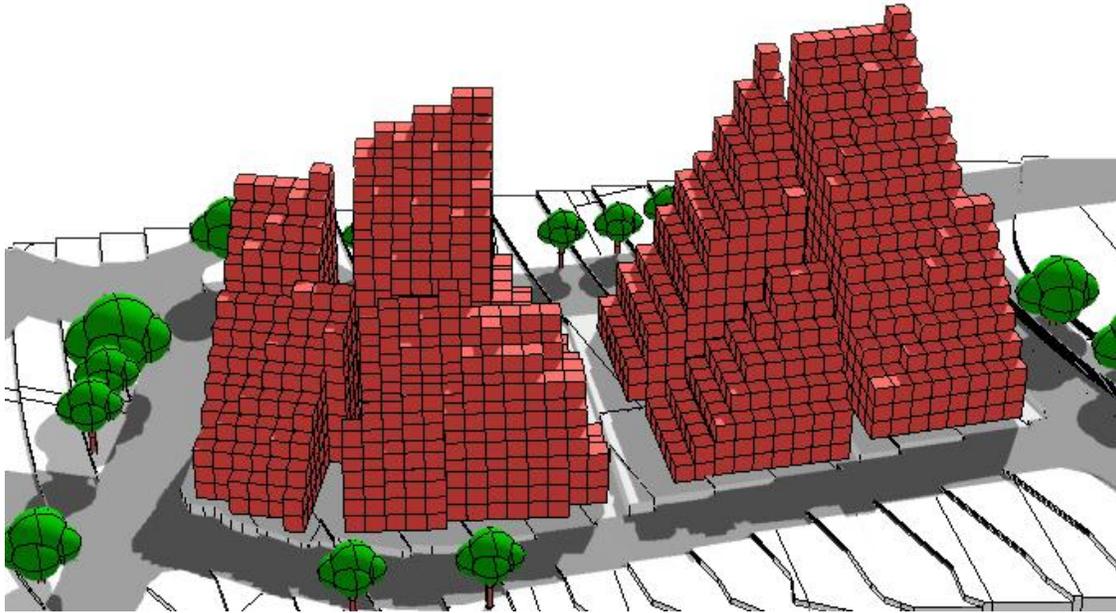


Fig. 205. Sugestão. Vista 3D com sombras às 11h00.

Nesta sugestão, houve ainda um aumento maior nos coeficientes de aproveitamento, alcançando, o lote 15, um índice próximo a 7,0; e o quarteirão, uma média de 4,99. A altura das edificações vai até os 16 pavimentos (Tabela 22).

Tabela 22 – PARÂMETROS URBANÍSTICOS (sugestão das 11h00 às 13h00)

lote	área (m ²)	n° pav.	CONSTRUÇÃO (m ²)				
			Ocupada	Total	Livre	TO	CA
L 02	1.065,00	2	460,00	780,00	605,00	0,43192	0,73239
		9	810,00	4.680,00	255,00	0,76056	4,39436
L 04	575,00	2	225,20	323,40	350,00	0,39165	0,56243
		9	450,00	2.475,00	125,00	0,78260	5,50000
L 14	417,00	1	185,70	185,70	231,30	0,44532	0,44532
		14	180,00	2.043,00	237,00	0,43165	4,89928
L 15	959,00	2	185,92	288,65	773,08	0,19386	0,30099
		16	711,00	6.534,00	248,00	0,74139	6,81334
L 17	962,12	2	317,00	434,20	645,12	0,32948	0,45129
		16	567,00	4.680,00	395,12	0,58932	4,86425
L 18	772,75	2	165,00	264,00	607,75	0,21352	0,34163
		8	486,00	2.070,00	286,75	0,62892	2,67874
L 19	1.283,37	1	828,70	828,70	454,67	0,64572	0,64572
		16	972,00	8.406,00	311,37	0,75738	6,54994
Totais	6.034,24		2.367,52	3.104,65	3.666,72	0,39234	0,51450
			4.176,00	30.888,00	1.858,24	0,69205	5,11878

As novas densidades são: construtivas de 49.905,20 m²/ha, populacional residencial de 562,60 hab/ha, e densidade populacional comercial de 2.512,00 hab/ha, alta densidade.

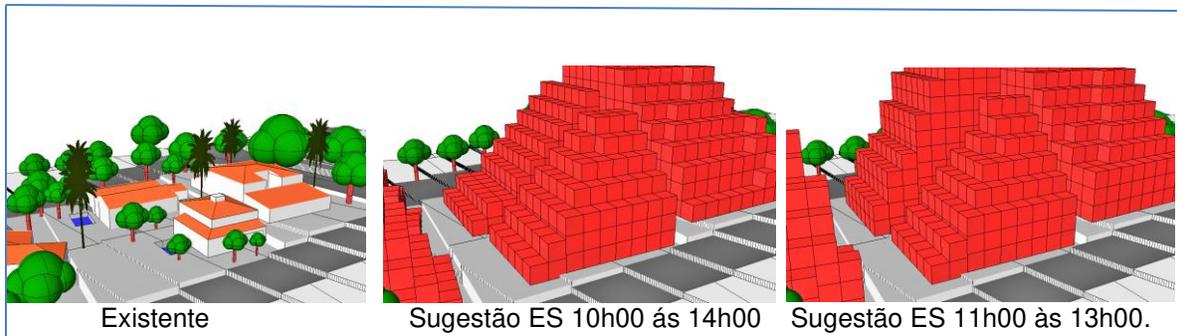


Fig. 206. Comparativo entre a situação existente e as sugestões.

A figura 206 apresenta o resumo gráfico do detalhe de uma esquina do quarteirão das sugestões simuladas.

V. RESULTADOS

Pelas análises realizadas no levantamento dos dados do bairro da Nova Campinas, nos cinco quarteirões com respectivos lotes e edificações - as ruas e a arborização urbana - e com a geração dos envelopes solares sobre cada um deles, para verificação da situação existente, conseguimos mostrar o estado atual destes quarteirões e de seus potenciais, para depois, pelas sugestões apresentadas com a geração dos ESs em diversos agrupamentos de lotes, embasar decisões sobre o potencial de adensamento e as possibilidades de verticalização.

Na situação existente, observa-se que, para a definição do traçado das ruas, não foram contempladas as necessárias diretrizes climáticas; não foram aplicados os princípios do planejamento urbano bioclimático com diretrizes solares, o que trouxe, como consequência, quarteirões e lotes com formas irregulares, com as orientações sem as devidas considerações da trajetória aparente do sol, da forma e relevo do terreno e da arborização urbana.

O tamanho das quadras é, às vezes, incoerente com a infraestrutura, pois em alguns casos são muito pequenas; se estas fossem maiores, haveria menos ruas e, portanto, menos infraestrutura e mais espaço útil para adensar e verticalizar. O tamanho dos lotes, em geral, segue o formato que é utilizado na maioria dos bairros da cidade de Campinas e no resto do país, com as frentes menores do que as laterais, e com os recuos obrigatórios por lei, que são maiores nas frentes do que nas laterais, onde as edificações teriam também uma extensão maior, e, portanto, mais área e mais aberturas a serem insoladas, prejudicando este aproveitamento.

Não houve preocupação com a orientação dos lotes, sendo seu formato resultado apenas da “melhor” divisão do quarteirão, de forma a manter o lote tipo com 525,00 m². Pela inclinação das ruas e sua orientação, a morfologia dos lotes se apresenta incorreta, tendo nas orientações favoráveis para uma boa insolação matinal, grandes extensões para aberturas, mas pequenos afastamentos entre a

edificação e seus vizinhos, o que provoca, pelos vizinhos em níveis mais altos, sombreamento destas fachadas. Uma rua inclinada interfere na insolação, na volumetria do ES e do seu potencial construtivo.

A maioria das edificações está mal implantada no seu lote, e fica visível que, com a geração dos envelopes solares sobre cada um dos lotes, em diversas orientações, as edificações, mesmo sendo térreas, ultrapassam os limites destes. O bairro tem lotes considerados de dimensões médias: os de menor tamanho, áreas com mais de 450,00 m²; o lote típico, com 525,00 m²; e mesmo em lotes com áreas acima dos 1.000,00 m², as edificações estão mal posicionadas e ficam em desacordo com as diretrizes solares.

Grande parte da vegetação urbana no bairro da Nova Campinas se encontra mal resolvida na sua relação com as edificações; mostra-se mal implantada e inadequada em muitos casos com a orientação solar, provocando sombreamentos indesejados nas edificações, ou deixando de sombrear as ruas.

A Cidade-Jardim (de Ebenezer Howard) que inspirou o projeto do bairro da Nova Campinas apresentou certos princípios que, na atualidade, têm sido utilizados para alcançar modelos de bairros mais saudáveis, mas o tombamento pelo CONDEPACC do seu traçado urbano deixa dúvidas sobre as intenções verdadeiras do Conselho no tratamento desta questão; por tratar-se de um empreendimento muito recente, com soluções urbanísticas que, de acordo com esta tese, apresentam-se inadequadas; além da vegetação urbana, que, embora também tombada, não deveria se realizar dessa forma.

O tombamento do bairro da Nova Campinas impede que se faça um planejamento de arborização urbana e um planejamento urbano bioclimático adequados. Pelos aspectos analisados, é indispensável considerar a funcionalidade da arborização no planejamento urbano, marcando, obviamente, que a arborização urbana deve contemplar os direitos de acesso ao sol das edificações no lote onde se encontram, ou nas edificações vizinhas. Por outro lado, como foi relatado, um grupo de proprietários do bairro, contrário ao

tombamento, pretendeu verticalizar e adensar alguns quarteirões, sem critérios claros, sem verificar se a infraestrutura existente era capaz de suportar esse adensamento, e sem atender os princípios bioclimáticos e solares.

Com a proposta de mudança do uso do solo, de residencial para comercial, da opção de ocupação do solo e do potencial construtivo decorrentes da volumetria fornecida pelos ESs gerados, é promovido um aumento na altura das edificações que chegam até os 20 pavimentos, e um adensamento maior, como mostram os comparativos nas tabelas 23 (das 10h00 às 14h00) e 24 (das 11h00 às 13h00), nas quais estão colocadas: a orientação do quarteirão e dos lotes, as áreas por quarteirão, as áreas ocupadas, áreas de construção, taxas de ocupação (TO) e coeficiente de aproveitamento (CA), bem como as densidades construtivas, e populacionais de uso residencial e de uso comercial (prestação de serviços).

Tabela 23 – **COMPARATIVO DE DENSIDADES (das 10h00 às 14h00)**

N ↑	Qt	área	Ocupada	TO	Total	CA	d.const.	d.pop.res	d.pop.com
		(m ²)	(m ²)	0,5	(m ²)	1	(m ² /ha)	(hab/ha)	(hab/ha)
	708	10.968,00	3.275,30	0,29862	4.500,85	0,41036	4.103,62	68,38	
	1a		3.233,95	0,29485	5.452,65	0,49714	4.971,41	82,84	192,15
	2a		3.548,95	0,32357	5.785,65	0,52750	5.275,03	87,90	217,45
	3a		3.764,95	0,34326	7.993,65	0,72881	7.288,15	121,44	385,21
	716	13.387,70	4.509,74	0,33685	6.134,09	0,45818	4.581,81	63,49	
			8.289,00	0,61915	32.642,00	2,43820	24.382,08	337,88	2.031,84
	728	16.244,00	6.317,16	0,38889	6.646,74	0,40918	4.091,81	76,95	
			9.099,00	0,56014	37.872,00	2,33144	23.314,45	438,45	1.942,87
	746	9.073,30	2.978,92	0,32831	3.626,98	0,39974	3.997,42	77,15	
			3.559,40	0,39229	13.473,30	1,48477	14.849,39	286,60	1.048,34
	754	6.034,24	2.367,52	0,39234	3.104,65	0,51450	5.041,05	58,00	
			4.041,00	0,66967	20.835,00	3,45279	34.527,96	389,25	1.736,25
	totais	55.707,24	19.448,64	0,34912	24.013,31	0,43016	4.301,56	48,48	
	1a		28.431,95	0,51038	110.274,95	1,97954	18.670,95	210,42	1.555,91
	2a		28.746,95	0,51603	110.607,95	1,98552	18.801,53	211,89	1.566,79
	3a		28.971,95	0,52007	112.815,95	2,02515	18.867,63	212,64	1.572,30

Tabela 24 – COMPARATIVO DE DENSIDADES (das 11h00 às 13h00)

	Qt	área (m ²)	Ocupada (m ²)	TO 0,5	Total (m ²)	CA 1	d.const. (m ² /ha)	d.pop.res (hab/ha)	d.pop.com (hab/ha)
	708	10.968,00	3.275,30	0,29862	4.500,85	0,41036	4.187,41	69,77	
	1b		3.431,95	0,31290	6.469,65	0,58986	5.898,66	98,29	269,42
	2b		3.548,95	0,32357	7.333,65	0,66864	6.686,40	111,42	335,76
	3b		3.791,95	0,34572	9.133,65	0,83275	8.327,54	138,76	471,82
	716	13.387,70	4.509,74	0,33685	6.134,09	0,45818	4.581,81	63,49	
			8.496,00	0,63461	61.343,00	4,58204	45.820,41	634,94	3.818,36
	728	16.244,00	6.317,16	0,38889	6.646,74	0,40918	4.091,81	76,95	
			9.261,00	0,57011	52.135,00	3,20949	32.094,92	603,55	2.674,57
	746	9.073,30	2.978,92	0,32831	3.626,98	0,39974	3.997,42	77,15	
			3.559,40	0,39229	31.424,40	3,46339	34.633,92	668,40	2.524,29
	754	6.034,24	2.367,52	0,39234	3.104,65	0,51450	5.041,05	58,00	
			4.176,00	0,69205	30.888,00	5,11878	49.905,20	562,60	2.512,00
	totais	55.707,24	19.448,64	0,34912	24.013,31	0,43016	4.301,56	48,48	
	1b		29.014,35	0,52083	182.260,05	3,27174	30.727,89	346,30	2.560,65
	2b		29.131,35	0,52293	183.124,05	3,28725	30.874,18	347,95	2.572,84
	3b		29.284,35	0,52568	184.924,05	3,31956	31.178,94	351,38	2.598,24

Na coluna da esquerda estão representadas as orientações dos quarteirões e lotes, importantes para a volumetria dos ESs. No quarteirão 708, os ESs gerados nas sugestões 1 e 2 têm a orientação dos lotes, perpendiculares à orientação do quarteirão, enquanto na sugestão 3, a geometria da adoção do uso dos lotes lembrados faz o lote resultante mudar de orientação, e o ES é gerado na orientação do quarteirão. No quarteirão 716, os quatro ESs seguem a mesma orientação do quarteirão. No quarteirão 728, dois ESs têm a orientação do quarteirão e os outros três têm formato triangular. No quarteirão 746, o ES junto à Av. Hermas Braga adota a orientação do quarteirão e os demais permanecem com a orientação dos lotes. E, no quarteirão 754, os dois ESs têm formato quadrado.

A influência da orientação dos ESs para a sua volumetria não se apresenta claramente para as devidas comparações nestas simulações, pois com tamanhos

diferentes decorrentes da associação dos lotes, estas novas dimensões, principalmente, é que definem a volumetria dos ESs.

As três simulações feitas no quarteirão 708 mudam as densidades, que chegam a dobrar, mas ainda mantendo-as baixas, com as taxas de ocupação abaixo do exigido pela LUOS, que é 0,5, não atingindo sequer 0,35; o mesmo acontece com o coeficiente de aproveitamento que consegue ultrapassar o 0,8, quando o permitido é 1,0. Nas três sugestões, as densidades populacionais para uso residencial se mantêm baixas; e, enquanto as densidades populacionais para uso comercial, nas sugestões 1a e 1b, ainda são baixas, na sugestão 1c passam a ser de média densidade, em ambos horários.

Já o quarteirão 716 apresenta alterações mais significativas, praticamente dobra a área ocupada em relação à existente, chegando a TO a 0,63461 (cada vez que aumenta a TO, diminui a área livre), nos dois horários; e o coeficiente de aproveitamento, no horário das 10h00 às 14h00, chega a 2,4382, com densidade construtiva de 24.382,08 m²/ha, e densidade populacional para uso residencial de 337,88 hab/ha, com densidade populacional para uso comercial de 2.031,84 hab/ha; no horário das 11h00 às 13h00, aumentam ainda mais; o CA vai a 4,58204, com densidade populacional para uso residencial de 634,94 hab/ha (média densidade), e a densidade populacional de uso comercial 3.818,36 hab/ha (alta densidade).

Os quarteirões 728 e 754, por terem todo seu uso alterado de residencial para comercial, propõem densidades populacionais de uso residencial moderadas, chegando a 445,53 hab/ha no horário das 10h00 às 14h00 e a 603,55 hab/ha no horário das 11h00 às 13h00. Para os usos comerciais, as densidades populacionais aumentam consideravelmente, chegando a valores de 2.674,57 hab/ha com CA que ultrapassa 5,0.

O quarteirão 746, por converter-se em solo de uso misto, apresenta densidades moderadas no horário das 10h00 às 14h00 com CA de 1,48; no horário das 11h00 às 13h00, a densidade populacional de uso residencial se

mantém moderada com 668,40 hab/ha, enquanto a densidade populacional comercial passa para alta, alcançando 2.524,29 hab/ha com CA de 3,46.

Como foi verificado neste trabalho, no levantamento de dados, pelas operadoras dos serviços, a infraestrutura existente está dimensionada e planejada para aumentar a sua capacidade, para suportar a verticalização e o adensamento, assim, é recomendável compactar. No que se refere ao tráfego, devem-se respeitar os limites da rede viária, bem como regulamentar o estacionamento de veículos. As vagas de veículos devem localizar-se dentro dos terrenos privativos (preferencialmente em subsolos, desde que garantida a taxa de permeabilidade exigida para o local), e o número de vagas poderá ser usado para limitar o potencial construtivo. O poder público, pela legislação urbanística, pode estabelecer taxas de ocupação menores, o que irá influenciar no potencial construtivo, reduzindo o CA.

É necessário, pois, um novo planejamento urbano, que contemple diretrizes solares, para pensar a requalificação das quadras para modelos mais adensados. Da forma como os loteamentos são projetados, o lote é o responsável pelas características físicas urbanas, sem serem contempladas as densidades futuras e a infraestrutura. O parcelamento do solo, em geral, não tem previsto lotes maiores com a finalidade de suportar projetos de edifícios altos. Nos bairros, são aproveitados os lotes com fins residenciais unifamiliares para levantar edifícios de habitações multifamiliares, de forma incorreta, devendo ser revista esta forma de aprovação pelos órgãos competentes.

Considerar a integração das tecnologias solares no desenho urbano, nas suas fases iniciais, é uma ação fundamental para a garantia de acesso ao sol. Ou seja: a concepção de planos urbanos deve levar em consideração o recurso solar nas etapas iniciais do desenho urbano, concomitantemente com o planejamento das infraestruturas, da definição da rede elétrica local, do traçado viário para se chegar aos resultados positivos de um ambiente adequado etc.

Os aspectos legais são igualmente importantes para os projetos e políticas. As entidades públicas locais devem desempenhar seu importante papel na definição de um enquadramento legal adequado. São necessárias medidas para o desenvolvimento de políticas públicas e conscientização para uma ocupação ordenada do solo urbano que contemple as diretrizes solares.

Os conceitos do envelope solar e do direito de acesso ao sol já são motivo de estudo em centros acadêmicos de alguns estados brasileiros; a UNICAMP, por exemplo, os inclui nas disciplinas de Conforto térmico e de Clima urbano. Estes conceitos devem ser amplamente difundidos e incluídos nas grades curriculares de formação profissional e nas de pós-graduação das universidades do país.

Durante o desenvolvimento deste trabalho, verificou-se a importância da realização de outras pesquisas relacionadas ao tema, ou trabalhos complementares futuros para se obter um melhor resultado científico ou mesmo maior facilitação de aplicação destes conceitos por parte dos órgãos públicos, tais como: a criação de um banco de dados que contemple os dados climáticos, topográficos, legais (conjunto de leis federais, estaduais e municipais), parâmetros urbanísticos (TO, CA e outros) para embasar a geração de envelopes solares, com a definição de métodos claros e simples fundamentados em critérios objetivos de garantia de direito de acesso ao sol. Além disso, produção de legislações simplificadas para serem utilizadas em cidades de pequeno e médio porte, com a introdução de diretrizes solares e do conceito do envelope solar.

VI. CONCLUSÕES

A metodologia apresentada nesta tese, adotada para avaliar as possibilidades de adensamento e verticalização, utilizando a volumetria oferecida pela geração dos envelopes solares, permitiu estudar, com a inserção dos módulos construtivos nos mesmos, novos valores para os coeficientes de aproveitamento, taxas de ocupação e alturas maiores para as edificações, com variação nas densidades demográficas e construtivas.

As análises realizadas e os resultados obtidos nas simulações com a geração dos envelopes solares sobre os lotes dos quarteirões escolhidos no bairro da Nova Campinas, tanto para a situação existente, quanto para as sugestões de agrupamento de lotes, visando novos padrões de adensamento e verticalização, conduzem-nos às seguintes conclusões:

Pela metodologia adotada, foi perfeitamente factível atingir os objetivos pré-estabelecidos desta pesquisa, e comprovar a hipótese levantada, pois com a utilização dos envelopes solares; comprovou-se ser possível adensar e verticalizar, como demonstrado nas sugestões sobre os lotes dos cinco quarteirões do bairro da Nova Campinas, e que permite, igualmente, aplicar em outros bairros ao redor dos centros das grandes cidades; dos subcentros, em vazios urbanos, nos bairros periféricos e até em pequenas cidades.

Conclui-se, pois, que com a aplicação do envelope solar é possível ampliar significativamente o potencial máximo que pode ser construído sobre um lote. Este potencial máximo, mesmo quando ultrapassa os valores do coeficiente de aproveitamento básicos determinados por lei nos planos diretores de cada município (como verificado na simulação do existente), aliado a outras considerações bioclimáticas e técnicas (como a verificação de suficiência de infraestrutura), pode muito bem ampliar estes indicadores, adensando mais, com qualidade construtiva e respeito à insolação dos vizinhos, visto que a adoção destes indicadores, na maioria dos planos diretores, contempla valores obtidos

sem comprovação científica, na maioria das vezes; e instituídos, muitas vezes, por pressão do mercado imobiliário, com interesses de vantagens financeiras.

Pela legislação urbanística estabelecida pelo Estatuto da Cidade, é possível que toda vez que o envelope solar indicar valores acima do coeficiente de aproveitamento básico, e que não seja conveniente sua adoção, esta diferença poderá servir de estoque, para o adensamento em outra região da cidade, e ser passível da aplicação dos instrumentos urbanísticos, como a outorga onerosa (solo criado), transferência de potencial construtivo, e de operações urbanas consorciadas.

A tese comprova também que as taxas de ocupação máxima podem ser ditadas pelo envelope solar, cabendo ao poder público restringi-las, se necessário, com a adoção de outros valores de área livre, de taxas de permeabilidade variáveis, ou conforme outros parâmetros de ocupação e de densidades para o caso. A altura máxima das edificações poderá ser a indicada sempre pelos módulos construtivos introduzidos nos envelopes solares, bem como também a determinação do distanciamento mínimo entre as edificações, os recuos e os afastamentos mínimos.

Com base na fundamentação teórica, é possível afirmar e concluir que um bairro mais compacto apresenta algumas vantagens: consome menos solo urbano e, com os usos mistos, e a aplicação criteriosa do envelope solar, pode apresentar versatilidade na morfologia urbana, bem como novas soluções arquitetônicas. Se as habitações receberem a insolação necessária para manter a salubridade dos seus ambientes, os edifícios e os bairros comporão, certamente, cidades mais saudáveis, com maior sustentabilidade.

Considerando a análise dos dados levantados e a adoção da mudança de uso residencial para comercial, em vários quarteirões do bairro, conclui-se que o zoneamento do solo da cidade, apenas pelo uso exclusivo, deve ser evitado. A mudança de uso do solo no bairro da Nova Campinas não só é possível, conveniente, como necessária, e deve ser implementada. O uso deve,

preferencialmente, ser misto: comércio básico, prestação de serviços e residencial, ocupando os mesmos espaços e convivendo amigavelmente.

Tendo como embasamento os resultados obtidos, conclui-se, também, que os projetos de urbanização dos loteamentos devem levar em consideração os aspectos climáticos e os envelopes solares devem servir para determinar o formato dos lotes e a orientação das ruas e quarteirões. A promoção do desenho sustentável, arquitetônico e urbano, permite obter um habitat construído com impactos favoráveis e custos reduzidos pelo aproveitamento da infraestrutura, se comparados com as alternativas que desconhecem estes parâmetros e critérios de produzir a cidade.

Alguns softwares analisados nesta tese - e que permitem a obtenção do envelope solar - utilizados para o planejamento urbano e para o projeto do edifício, embora ainda de forma embrionária, nos permitem afirmar que, do modo como foi adotado nesta pesquisa, o aplicativo usado auxilia de forma mais prática a construção dos envelopes solares, e assim, tende a ser mais facilmente utilizado. A evolução do desenvolvimento de novos softwares nos dá esperança da possibilidade de surgimento de modelos de aplicação muito mais amigáveis, de maior facilidade, com menor custo, para uso em prefeituras municipais em todo o país.

Tanto as prefeituras dos pequenos municípios, quanto subprefeituras e prefeituras de médias e grandes cidades podem aplicar os conceitos do envelope solar para cuidar do seu desenvolvimento urbano, sustentável e compacto, adensando e verticalizando sem temores, de forma a evitar a urbanização difusa e o crescimento disperso.

As simulações efetuadas no estudo de caso levam a concluir que a aplicação deste método é amplamente recomendável aos profissionais de projeto, arquitetos, urbanistas, engenheiros e paisagistas, que podem fazer uso desta ferramenta para aprimorar os projetos isolados de edifícios, ou de conjunto de

edifícios, bem como projetos de parcelamento do solo ou de partes dos bairros urbanos e da cidade.

Conclui-se, também, que os planos diretores que as cidades com mais de 20 mil habitantes são obrigadas a elaborar, devem contemplar as diretrizes climáticas em geral e solares em especial, e devem ser revistos, assim como as legislações de uso e ocupação do solo, de parcelamento do solo e correlatas, para adaptarem-se às determinantes dos princípios do envelope solar, como um parâmetro a mais na busca por um futuro energético mais limpo e ambientalmente mais consciente. É imprescindível que os códigos de edificação da cidade reservem um capítulo ou uma seção exclusiva para contemplar todas as questões referentes à insolação das edificações e de grupos de edificações.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Loyde V., LABAKI, Lucila C. O efeito da disposição de indivíduos arbóreos da espécie *Caesalpinia peltophoroides* (sibipiruna) no microclima. XIII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ENTAC, Canela, RS, 2010.

ABREU. Loyde V., LABAKI, Lucila C. Trees and heat fluxes: how much do they contribute to the energy balance at urban spaces? PLEA 2011 – 27th CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, Louvain-la-Neuve, Bélgica, 2011.

ACIOLY, Claudio; DAVIDSON, Forbes. **Densidade urbana: um instrumento de planejamento e gestão urbana**. Ed. Mauad, Rio de Janeiro, 1998, 103 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, 2000. Tese de doutorado - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

ASSIS, Eleonora et al. Aplicação de dados do clima urbano no desenvolvimento de planos diretores de cidades mineiras. ENCAC – ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Ouro Preto, MG, 2007.

ASSIS, Eleonora et al. Integração do conceito do envelope solar na legislação urbana para economia de energia no setor residencial. IICBEE – II CONGRESSO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. Vitória, ES, 2007.

BARCELLOS, Vicente. P. Q, Unidade de Vizinhança: notas sobre sua origem, desenvolvimento e introdução no Brasil, Cadernos Eletrônicos da Pós, Brasília - DF, p. 01-28, 2001.

BORSODORF, Axel. Hacia la ciudad fragmentada. Tempranas estructuras segregadas en la ciudad latinoamericana. Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1/8/2003, vol. VII, n. 146 (122).

BUTERA, Federico, M, **Da caverna à casa ecológica: história do conforto e da energia**. Novatécnica, São Paulo, 2009, 319 p.

BUTTI, Ken, PERLIN, John, **A Golden Tread: 2500 years of solar architecture and technology**, Van Nostrand Reinhold, New York, 1980, 289 p.

CAMPOS FILHO, Cândido M. **Cidades brasileiras: seu controle ou o caos, o que os cidadãos devem fazer para a humanização das cidades no Brasil**, 4^a ed. São Paulo, Stúdio Nobel, 2001, 143 p.

CAMPOS FILHO. Cândido M. **Reinvente seu bairro, caminhos para você participar do planejamento de sua cidade**, Ed. 34, São Paulo, 2003, 224 p.

CANZIANI AMICO, José. **Ciudad y Territorio en los Andes. Contribuciones a la Historia del Urbanismo Prehispánico**, 2ª Ed. Fondo Editorial, Lima, 2012, 549 p.

CASTILHO, José. R. F. **Disciplina urbanística da propriedade. O lote e seu destino**. 3ª Ed. Reformulada, Editora Pillares, 2010. 303 p.

CASTRO PEREZ, Denis R. **O envelope solar e o direito ao sol**. Dissertação, Unicamp, Campinas, SP, 2007, 177 p.

CASTRO PEREZ, Denis R., FAVERO, Edison, O envelope solar como instrumento de regulamentação de acesso ao Sol no espaço urbano e nas edificações: o caso de Campinas, SP. Brasil. SAL XIII – SEMINÁRIO DE ARQUITECTURA LATINOAMERICANA, Ciudad de Panamá, Panamá, 2009.

CHOAY, Françoise. **O Urbanismo, utopias e realidade, uma antologia**. Tradução de Dafene Nascimento. 4ª ed. Perspectiva: São Paulo, 1997, 350 p.

COELBA – Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia/Diretoria de Gestão de Ativos/Departamento de Planejamento dos Investimentos/Unidade Meio Ambiente. *Guia de Arborização Urbana*. Salvador: Venturie Gráfica e Editora, Salvador, 2002.

CORREA, Roberto L. **O espaço urbano**. Ed. Ática, São Paulo, 1995, 94 p.

COSTA, Carlos. M. M. da, **Direito Urbanístico Comparado, planejamento urbano – das constituições aos tribunais luso-brasileiros**, Juruá, Curitiba, 2009, 338 p.

CPFL Energia. **Arborização urbana viária: aspectos de planejamento, implantação e manejo** / CPFL Energia – ed. rev. Campinas, SP: CPFL Energia, 2008. 120 p.

DASOL- Departamento Nacional de Aquecimento Solar da ABRAVA – Associação Brasileira de Refrigeração, ar condicionado, ventilação e aquecimento. Brasil, 2012. Disponível em www.dasolabrava.org.br Acesso em 25.12.2012.

DECKER, Kris De, The solar envelope: how to heat and cool cities without fossil fuels. Energy Bulletin, 2012. Disponível em www.energybulletin.net/stories/2012 Acesso em 23.12.2012.

ELETOBRAS PROCEL, Energia Solar para aquecimento de água no Brasil, Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2012, 240 p.

ESPÍ, Mariano V. Una brevísima historia de la arquitectura solar. Boletín CF+S>9 – Por una arquitectura y un urbanismo contemporáneos > <http://habitat.arq.upm.es/boletin/n9/> Acesso em 23.04.2013

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

FELDMAN, Sarah. **Planejamento e zoneamento: São Paulo, 1947-1972**, Edusp/Fapesp, 2005, 305 p.

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

FERRARI, Celson. **Curso de Planejamento Municipal Integrado: Urbanismo**, 5ª ed. Pioneira, São Paulo, 1986, 631 p.

FERRAZ, Hermes. **Filosofia Urbana**, Scortecci, São Paulo, 1997, 354 p.

FRANCISCO FILHO, Lauro, L. Plano Diretor para municípios potencialmente saudáveis. In: Speriandi, A (org.). **Políticas Integradas em Rede e a Construção de Espaços Saudáveis: boas práticas para a Iniciativa do Rostos, Vozes e Lugares**. Organização Pan-Americana da Saúde, Brasília, 2010, 187 p.

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

GENNARI, Luciana, A. Bairro, a construção social de um conceito. III Encontro Nacional de História do Pensamento Geográfico, Rio de Janeiro, 2012.

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.

HAROUEL, Jean-Louis, **História do Urbanismo**, Campinas, S. P. Papirus Editores, 1.990, 150 p.

HIGUERAS, Ester, **Urbanismo Bioclimático**, G. Gili, Barcelona, 2006, 241 p.

HILLIER, Bill; PENN, A.; HANSON; GRAJEWSKI, T.; XU, J. Natural movement: or, configuration and attraction in urban pedestrian movement. **Environment and Planning B**, v. 20, p. 29-66, 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, Censo 2010, Disponível em www.censo2010.ibge.gov.br/resultados Acesso: 17.12.2012.

JENKS, Mike, BURGESS, Rod, **Compact Cities: Sustainable Urban Forms for Developing Countries**, Spon Press, New York, 2000, 356 p.

JESSÉ, Geovany e BUSTOS ROMERO, Marta. O Urbanismo sustentável no Brasil, a revisão de conceitos urbanos para o século XXI, 2011. www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/11.128/3724 Acesso: 28.11.2012.

KNOWLES, Ralph L. **Energy and Form, An Ecological Approach to Urban Growth**, The Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 1974, 198 p.

KNOWLES, Ralph L, BERRY, Richard D. **Solar envelope concepts: moderate density building applications**, SERI, Golden, Colorado, 1980, 144 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.

KOTHARKAR, Rajashree, et al. Compact City Concept: It's Relevance and Applicability for Planning of Indian Cities. PLEA – 28th PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, Lima, Peru, 2012.

LAMAS, José, G. **Morfologia Urbana e Desenho da Cidade**, 2^a ed. Fundação Calouste Gulbenkian, Porto, 2004, 590 p.

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

LEDROUT, Raymond. **Sociologia Urbana**, Forense, Rio de Janeiro, 1971.

LIMONAD, Ester. Urbanização dispersa, mais uma forma de expressão urbana? Revista Formação, nº 14, Vol. 1 – p. 31-45

LOEWEN, Andrea B. Alberti e Vitruvius. Projeções, v. 19/20, p. 37-46, Jan/Dez. 2001/2002.

LYNCH, Kevin. **A imagem da cidade**, Martins Fontes, São Paulo, 1999, 227 p.

MCNEEL et Al. **Rhinoceros Training Manual v4.0**. Robert McNeel & Associates, Seattle, 2008.

MASCARÓ, Juan J., GIACOMIN, Suelen D., CUADROS, Simone. Ambiência urbana e arborização pública. IX ENCONTRO NACIONAL E V LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ENCAC, Ouro Preto, 2007.

MASCARÓ, Lucia E., MASCARÓ, Juan J. **Vegetação Urbana**, L. Mascaró e J. Mascaró, Porto Alegre, 2002, 242 p.

MEDRANO, Leandro, *Arquitetura Eficiente*, PARC pesquisa em arquitetura e construção, Unicamp, Campinas, SP, ed. 1, vol. 3, n. 2, Outubro 2012. www.fec.unicamp.br/~parc Acesso: 04.12.2012.

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

MILLA VILLENA, Carlos, **Génesis de la Cultura Andina**, 5ª ed. Talleres gráficos Kelly, Lima, 2008, 386 p.

MORELLO, Eugenio, RATTI, Carlo. Sunscapes: 'Solar envelopes' and the analysis of urban DEMs *Computers, Environment and Urban Systems*, Elsevier, 33 (2009) 26–34

MUKAI, Toshio. **Direito Urbano Ambiental Brasileiro**. 2ª ed. São Paulo, Dialética, 2002, 351 p.

MUMFORD, Lewis, **A Cidade na História – Suas Origens, Transformações e Perspectivas**. Martins Fontes, São Paulo, 1998, p. 741.

NEPO/NESUR, **Dinâmica Intrametropolitana e Vulnerabilidade Sócio-demográfica nas Metrôpoles do Interior Paulista**, Unicamp, Campinas, 2003.

NIEMASZ, Jeffrey, SARGENT, Jon, REINHART, Christoph F. Solar Zoning and Energy in Detached Residential Dwellings. SYMPOSIUM ON SIMULATION FOR ARCHITECTURE AND URBAN DESIGN – Sim AUD, Boston, 2011, p. 105-113.

OJIMA, Ricardo. Dimensões da urbanização dispersa e proposta metodológica para estudos comparativos: uma abordagem socioespacial em aglomerações urbanas brasileiras. *R. bras. Est. Pop.*, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 277-300, jul./dez. 2007.

PEREIRA, Fernando O. R., MINCACHE, J. Insolação no ambiente construído: critérios para sua regulação e normalização. ENCAC – Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído, Gramado, RS, 1990.

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 CONSTRUIDO, 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 CONSTRUIDO, Salvador, BA, 1997.

PEREIRA, Fernando O. R., NOME SILVA, C.A., TURKIENICZ, B. A methodology for sunlight urban planning: a computer-based solar and sky vault obstruction analysis, **Solar Energy Journal**, Pergamon Press, v70, n° 3, p. 217-226, 2001.

PIRES, M. Conceição. **Morar na Metropole: expansão urbana e mercado imobiliário na Região Metropolitana de Campinas**, tese de doutorado, Nepo, Unicamp, Campinas, SP, 2007.

POLIDORI, Mauricio, et al. Crescimento urbano, formação de periferias e modelagem urbana com autômatos celulares. 4° CONGRESSO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL - PLURIS, Faro, Portugal, 2010.

POLIS, Planeamento Urbano Solar: manual de boas práticas, Intelligent Energy, Eu, 2010, 107 p. www.polis-solar.eu Acesso: 13.12.2012

PONT, B. Meta, HAUPT, Per, The Spacemate: Density and the Typomorphology of the Urban Fabric, Nordisk Arkitekturforskning, 2005:4 http://miranda-pina.dpa-etsam.com/files/01.Spacemate_Berghauser_haupt.pdf Acesso: 27.11.2012

PONTE, B. Meta, HAUPT, Per, **Space, Density and Urban form**, Netherlands, 2009. 302 p.

QUINTO Jr., Luiz, P., Nova legislação urbana e os velhos fantasmas, INSTITUTO DE ESTUDOS AVANÇADOS DA USP, vol 17, n°47, São Paulo, 2003.

RABOUDI, Khaoula, BELKAID, Alia, SACI, Abdelkader, B. Satisfaction of the Solar Bounding Box constraints. PLEA – 28h CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE. Lima, Peru, 2012.

REIS FILHO, Nestor, G. **Notas sobre urbanização dispersa e novas formas de tecido urbano**. Via das Artes, São Paulo; 1ª edição, 2006.

ROGERS, Richard; GUMUCHDJIAN, Philip. **Ciudades para un pequeño planeta**. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 2001, 179 p.

ROLNIK, Raquel. **A cidade e a lei, legislação, política urbana e territórios na cidade de São Paulo**. Fapesp, 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.

RUEDA, Salvador, P. **Modelos e indicadores para cidades mkás sostenibles: taller sobre indicadores de huella y calidad ambiental.** Fundación Forum Ambiental/Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya, Barcelona, 1999, 38 p.

RUEDA, Salvador, P. **Barcelona, ciudad mediterránea, compacta y compleja. Una visión de futuro más sostenible.** Ed. Ayuntamiento. Barcelona, 2002, 87 p.

SANTOS, C. dos. **A cidade como um jogo de cartas,** EDUFF, Projeto editores, São Paulo, 1988, 192 p.

SCARAZZATO, P. e LABAKI, L. Iluminação natural e Insolação: o pioneirismo 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. 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.

SILVA, Afonso da, **Direito Urbanístico Brasileiro**, Malheiros Editores, São Paulo, 1997, 421 p.

SILVEIRA, José A. R. da, Desordem na cidade? “Controvérsias sobre o caos urbano” e das possibilidades de administrá-lo, Minha Cidade, Vitruvius, 2011. Disponível em: www.vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/12.134/4050
Acesso: 19.12.2012

SOLÀ-MORALES, M. i RUBIÓ. **Las formas de crecimiento urbano**, Edicions UPC, Barcelona, 1997, 196 p.

SOMEKH, Nadia. **A cidade vertical e o urbanismo modernizador**, Studio Nobel, Fapesp, São Paulo, 1997, 173 p.

SOUZA, Danielle, LINS, Arthur, E. B., BINS ELY, Vera H. M. Projeções do cenário urbano: uma análise para insolação através do *software Cityzoom*. XIII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ENTAC, Canela, RS., 2010.

SOUZA, Marcelo L. de. **ABC do desenvolvimento urbano**, 3ª Ed. RJ:Bertrand Brasil, 2007, 192p.

SOUZA, Marcelo L. de. **Mudar a Cidade: uma introdução crítica ao Planejamento e à gestão Urbanos**, 5ª Ed. Bertrand Brasil, RJ, 2008, 556p.

SPÓSITO, Maria. E. B. (org), **Textos e contextos para a leitura geográfica de uma cidade média**. Presidente Prudente, 2001 p 235-253.

STEEMERS, Koen; RATTI, Carlo e RAYDAM, Dana. Building form and environmental performance: archetypes, analysis and an arid climate. **Energy and Buildings**, Cambridge, n° 35, p. 49-59. 2003.

TAMURA, Cintia, KRÜGER, Eduardo. Acesso solar: avaliação e contribuição para provimento em habitações situadas na zona residencial dois (ZR-2) de Curitiba. ENTAC – XIII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Canela, RS, 2010.

VILLAÇA, Flávio. Uma Contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil. In. DEAK, Csaba e SCHIFFER, Sueli Ramos (Orgs.). **O processo de Urbanização no Brasil**. FUPAM/ EDUSP: São Paulo, 1999, 312 p.

VILLAÇA, Flávio. **Espaço Intra-urbano no Brasil**, Studio Nobel, São Paulo, 2001, 373 p.

ZEILER, Wim, Synergetics between sun and building, PLEA – 27h CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE. Louvain-la-Neuve, Belgium, p. 357-362, 2011.

VIII ANEXOS

ANEXO 01

Decreto nº 121 de 1946 *Aprova o loteamento de terrenos “Companhia Imobiliária Nova Campinas e parte de “Nova Campinas”, de propriedade de Dona Alzira Ferreira Coutinho, Protocolo 182 de 1946.*

Art. 1º - *Ficam aprovados os planos de arruamento e loteamento dos terrenos localizados, nesta cidade, em parte da “Chácara das Laranjeiras” à margem direita do Córrego Proença, de propriedade da Companhia Imobiliária Nova Campinas, e parte do arruamento d “Nova campinas”, de propriedade de Dona Alzira Ferreira Coutinho, na conformidade dos projetos apresentados, e das plantas e informações juntos ao processado protocolado nº 182, de 1946.*

Art. 2º - *A Diretoria de Obras e Viação procederá efetiva fiscalização dos serviços indicados no artigo anterior, fazendo observar, em tudo, o Código de Construções, que baixou com o decreto municipal nº 76 de 16 de março de 1934, e a legislação posterior sôbre a matéria.*

Art. 3º - *A aprovação dos planos a que se refere o artigo 1º só se considerará em vigor, depois que a proprietária fizer doação, pura e simples, ao município, dos terrenos que, no imóvel a ser loteado, constituírem rua, viéla, ou forem destinados à servidão ou a qualquer logradouro público, assim como instituir servidões, sem ônus para a municipalidade, de viélas sanitárias traçadas no projeto pela diretoria de Águas e Esgôtos.*

Art. 4º - *o arruamento é classificado como residencial*

§ único: *fica reservado como núcleo comercial as duas extremidades das quadras 2 e 10 designadas nas plantas como quadros 2ªA” e 10ªA”.*

Art. 5º *os lotes não poderão ser subdivididos, nem conter mais do que uma habitação principal que não poderá ocupar área superior a 1/3 da área total do lote.*

§ 1º *além da edificação principal, cada lote poderá conter dependências de utilização apropriada, com o limite máximo de 10% da área total do lote*

§ 2º *No núcleo comercial tôda construção não poderá ocupar área superior a 60% (sessenta por cento) da área total de cada lote*

§3º *As construções deverão ter no máximo dois pavimentos acima do nível do logradouro em que estiverem situadas*

Art. 6º *Os recúos das edificações principais serão estabelecidas de acordo com as seguintes disposições:*

I – recúos do alinhamento das ruas:

- a) ruas de 12,00m a 15,00m de largura: recúo mínimo de 5,00m*
- ruas de 16,00 a 20,00m de largura: recúo mínimo de 6,00m*
- avenida perimetral – recúo mínimo de 8,00m*

Tratando-se de lotes de esquina, os recuos no sentido da dimensão dos lotes, podem ser reduzidos a 1,00m

b) No núcleo comercial o recúo mínimo do alinhamento será, em geral, de 6,00m

II – O recúo de fundo será de 8,00m no mínimo, em geral

III – Recúos laterais: as edificações principais observarão o afastamento mínimo de 1,50m, em relação às divisas laterais

Art. 7º - *As dependências só poderão ser construídas, junto às divisas de lotes, quando integralmente localizadas dentro da faixa dos recuos de fundo de 8,00m*

Art. 8º - *Não serão permitidos quaisquer tipos de fechos no alinhamento, assim como nas divisas laterais, nos trechos, compreendidos, entre o alinhamento das ruas e a frente dos prédios.*

Art. 9º *Os lotes que figuram no projeto, mas que forem atingidos, ainda que parcialmente por terrenos de terceiro, sómente se considerarão aprovados após a apresentação à Prefeitura de documentos emanado do proprietário visinho consentindo na aprovação.*

Art. 10º - *Os proprietários ficam obrigados a fazer doação à Prefeitura, da quadra de terreno n. 29 figurada no projeto, para nela a Prefeitura Municipal mandar construir um edifício público escolar.*

Art. 11º - *A área livre constante do projeto e situada entre as ruas 9, 30 e Estrada de Sousas, ficará reservada aos proprietários dos terrenos arruados, para futura subdivisão de lotes, compensando-se, assim, a área a ser doada à Prefeitura, de acôrdo com o artigo anterior.*

Art. 12º - *Na praça formada pelas ruas 31, 18 e Avenida 2, poderá ser construída uma igreja.*

Art. 13º - *Os proprietários deverão fazer as obras necessárias para drenagem dos terrenos pantanosos ou alagadiços, assim como as obras de arte nas ruas e praças, ao escoamento de águas pluviais, na conformidade do disposto no artigo 40, do decreto municipal n 76, de 16 de março de 1934.*

Art. 14º - *Este decreto entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário*

Campinas, aos 2 de abril de 1946.

JOAQUIM DE CASTRO TIBIRIÇA – Prefeito Municipal.

Publicado na Diretoria do Expediente e Pessoal da Prefeitura Municipal, em 2 de abril de 1946. O Diretor, ADMAR MAIA

ANEXO 02

CONSELHO DE DEFESA DO PATRIMÔNIO CULTURAL DE CAMPINAS - CONDEPACC

RESOLUÇÃO Nº. 61 DE 14 DE ABRIL DE 2005

(Publicação DOM de 21/06/2005:03)

O Prof. Dr. Rogério Cezar de Cerqueira Leite, Secretário Municipal de Cultura, Esportes e Lazer, no uso de suas atribuições legais, conforme [Artigo 10](#) da Lei Municipal nº 5.885 de 17 de Dezembro de 1.987, e [Decreto Municipal nº 9.585](#) de 11 de Agosto de 1.988, baseando-se em decisão do Conselho de Defesa do Patrimônio Cultural de Campinas – CONDEPACC, do qual é Presidente, em respeito aos artigos 62 e 63 da Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1.998,

RESOLVE:

Artigo 1º- Fica tombado o "BAIRRO NOVA CAMPINAS", mantidas as características urbanísticas originais na conformidade dos termos constantes da inscrição no Livro 8-A, fls. 1, sob o nº 33, no 1º Registro de Imóveis de Campinas, em 19 de agosto de 1.946, aprovado através do Decreto Municipal nº 121, de 2 de abril de 1.946, contido na poligonal delimitada pela intersecção dos eixos das vias: (**Ver [Protocolado nº 39.516](#), de 02/08/2005 - SMAJ**)

"Rua Coronel Francisco A. Coutinho; Rua Dr. Emílio Ribas; Rua Gustavo Ambrust; Rua Dr. José Ferreira de Camargo; Rua Theodoro Oliva; Rua Professor Coriolano M. Monteiro; Rua Augusto C. Andrade e Avenida Dr. Moraes Sales", nos seguintes parâmetros:

I O atual traçado urbano, composto por vias, passeios, praças públicas e pelo Parque Linear seccionado pela Rua Engenheiro Carlos Stevenson composto pelas Praças Ralph Stettinger e Augusto César, a ser preservado pelo Grau de Proteção 1 (GP1);

II As vegetações arbóreas, situadas tanto nos logradouros públicos quanto no interior dos lotes, assim como a vegetação arbórea situada no alinhamento externo das vias que demarcam o polígono da área, a serem preservadas pelo Grau de Proteção 1 (GP1);

III O padrão de ocupação e as atuais linhas demarcatórias dos lotes, a serem preservados pelo Grau de Proteção 1 (GP1).

Parágrafo único – Os bens tombados pela presente resolução passam a ser objeto das sanções e benefícios previstos pela [Lei Municipal nº 5.885](#) de 17 de dezembro de 1.987.

Artigo 2º - A área envoltória dos bens tombados constantes do artigo 1º desta Resolução, conforme prevêm os artigos [21](#), [22](#) e [23](#) da Lei Municipal nº 5.885 de 17 de dezembro de 1.987, destacada no mapa anexo, fica regulamentada como segue:

I Área envoltória delimitada ao próprio bem tombado, definida pelos limites das vias constantes da poligonal descrita no Artigo 1º. desta Resolução;

Artigo 3º - O bem tombado a que se refere o Artigo 1º desta Resolução deverá adequar-se às seguintes restrições quanto ao uso e ocupação:

I Qualquer intervenção que se pretenda promover dentro dos limites do bem tombado deverá ser encaminhada em forma de projeto específico e submetida à análise e autorização prévia do CONDEPACC;

II Todas as intervenções (demolições, construções reformas, obras de conservação e restauração) nos lotes inseridos na área tombada deverão ser encaminhadas em forma de projeto específico, contendo obrigatoriamente a localização, espécie e raio de copa da vegetação arbórea existente e a implantar no interior do lote e defronte a testada, e submetidas à análise e autorização prévia do CONDEPACC;

III O gabarito máximo de altura permitido às novas construções será de 10,00 (dez) metros a partir do nível mediano da guia da testada do lote;

IV Para novas construções em lotes vazios deverá ser destinada 50% (cinquenta por cento) de área livre permeável do mesmo, podendo ser utilizado o ajardinamento, o pavimento articulado vazado, brita e / ou outro elemento similar que garanta a permeabilidade do solo.

V Em caso de reformas e/ ou ampliações de construção já existente a taxa de permeabilidade não poderá ser inferior 50% (cinquenta por cento).

VI Em caso de reformas e/ ou ampliações de construção já existente que apresente valores de área permeável inferiores ao exigido (cinquenta por cento) deverá ser mantida a taxa de permeabilidade existente no local até a data de publicação desta resolução. Este caso fica vinculado ao encaminhamento de projeto e vistoria técnica "in loco" pela CSPC e, posteriormente, à análise e autorização prévia do CONDEPACC.

VI A taxa de permeabilidade e destinação da mesma, expressa nos incisos IV, V e VI deste artigo deverá ser especificada no projeto em forma de desenho e diferenciada da área construída.

VII Todas as alterações que se pretenda no sistema viário, bem como mudanças em guias, largura de calçadas, fluxo de veículos automotores, rotas e itinerários do sistema de transporte coletivo público e alternativo deverão ser encaminhadas para análise e autorização prévia do CONDEPACC. Deverão ser previstas restrições ao transporte de carga e aos estacionamentos rotativos (zona azul). Deverá ser dada prioridade ao transporte coletivo em relação ao transporte individual;

VIII Ficam proibidos anexação, desdobros ou subdivisão dos lotes inseridos na área tombada;

IX A instalação de quaisquer equipamentos ou artefatos arquitetônicos, painéis de outdoor, totens publicitários, torres de antenas, dentre outros, deverá ser encaminhada em forma de projeto específico para análise prévia e autorização do CONDEPACC, ficando de qualquer modo proibido que tenham altura superior a 10 (dez) metros, e vedada a instalação de sistemas transmissores de radiação eletromagnética não ionizante, na área mencionada.

X A substituição de qualquer elemento arbóreo, devidamente justificada e previamente analisada e autorizada pelo CONDEPACC, deverá resguardar a diversidade das espécies existentes;

XI No que se refere à ratificação das características urbanísticas originais dos lotes de terrenos referidos e inseridos na área delimitada no artigo 1º. da presente Resolução, deverão ser devidamente averbadas junto às respectivas matrículas, no 1º Cartório de Registro de Imóveis.

Artigo 4º - Fica a Coordenadoria Setorial do Patrimônio Cultural autorizada a inscrever no livro tomo competente os bens tombados por esta Resolução e providenciar junto à Secretaria de Assuntos Jurídicos e da Cidadania da Prefeitura Municipal de Campinas o encaminhamento da averbação desta medida no Cartório de Circunscrição do Registro Imobiliário a que pertençam estes bens.

Artigo 5º - Faz parte desta Resolução o mapa contendo a identificação do bem tombado e sua delimitação.

Artigo 6º - Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

PROF. DR. ROGÉRIO CEZAR DE CERQUEIRA LEITE
Secretário Municipal de Cultura, Esportes e Lazer – Presidente do CONDEPACC

ANEXO 03

Ao Prefeito Municipal **Prot. 05/10/23431**

A HABCAMP com o apoio de outras entidades interpôs recurso em face da decisão do Sr. Secretário da Cultura que, acolhendo a recomendação do CONDEPACC, resolveu pelo tombamento do traçado urbanístico do bairro Nova Campinas.

O recurso assinado também, pelo CRECI, ACIC, SINDUSCON e CIESP, questiona o valor histórico e arquitetônico do bairro Nova Campinas e indaga sobre a real intenção do CONDEPACC ao indicar o bem para o tombamento, pedindo enfim que este seja cancelado.

O processo de tombamento nº 03/04 teve início por pedido da SBNC – Sociedade Bairro Nova Campinas, datado de 30/09/2002, após um tumultuado processo legislativo que culminou na aprovação da Lei 10.566/00 que, dentre outras disposições, flexibilizou o zoneamento do bairro, permitindo em algumas ruas, o uso comercial.

O pedido inicial para o tombamento, protocolado sob o nº 02/10/4378, fundamentou-se justamente na manutenção do projeto urbanístico do bairro e no receio de que surgissem outras leis que viessem a incrementar os usos comerciais e até a verticalização.

Tratando-se de razões estranhas àquelas que levam ao tombamento de bens, a peticionária foi notificada pela Coordenadoria Setorial do Patrimônio Cultural/Secretaria Municipal de Cultura, Esportes e Lazer (of. 29/04-CSPC de 23/04/2004) para que fundamentasse o pedido de tombamento, levando-se em conta que “o instituto do tombamento não pode ser utilizado de forma a substituir o zoneamento, o Plano Diretor e outros instrumentos legais”.

Novo requerimento foi apresentado pela SBNC em 15/10/2004, e desta feita foram trazidas outras razões para embasar o pedido de tombamento.

Em reunião do CONDEPACC do dia 09/12/2004, a recomendação para o tombamento do bairro Nova Campinas foi aprovada “ad referendum” do Conselho.

A ata da reunião de nº 331 de 14/04/2005, não traz a votação específica sobre o tombamento com a quantificação dos votos favoráveis e contrários na decisão que referendou aquela do dia 14/10/2004. Constam da ata apenas as votações dos destaques, quanto ao contorno proposto para o tombamento, à manutenção da vegetação arbórea e a permeabilidade de 50% para os lotes. Não se pode verificar, dessa forma, se foi observado o quorum de votação exigido pela lei 5.885/87 cujo § 2º do art. 3º, acrescentado pela Lei 6.601/89 prescreve que “as decisões do Conselho sobre tombamento de imóveis serão tomadas por, pelo menos, 2/3 (dois terços) dos conselheiros em efetivo exercício”.

Além do fato acima mencionado que, em termos jurídicos, ganha importância na medida em que torna vulnerável a deliberação do Conselho e, conseqüentemente, o próprio ato de tombamento, há outras questões relativas ao tombamento do bairro Nova Campinas que devem ser também analisadas.

Com relação ao impacto das restrições impostas pelo tombamento em face do que fora anteriormente planejado para a cidade como um todo, incluindo-se o bairro Nova Campinas, houve avaliação da SEPLAMA (fls 03/04), apontando divergência entre o perímetro que hoje caracteriza o bairro e aquele indicado na resolução de tombamento. O

mesmo órgão demonstrou o conflito entre a resolução e as leis urbanísticas em vigor, opinando pelo acolhimento de recurso interposto contra o tombamento.

No que tange à competência desta Secretaria de Assuntos Jurídicos e Cidadania é importante notar que o tombamento é um instituto jurídico, através do qual o Estado confere proteção a bens móveis e imóveis cuja conservação seja de interesse público, por sua vinculação a fatos memoráveis da história ou por seu especial valor arquitetônico, arqueológico, artístico ou paisagístico.

O ato de tomar está estritamente vinculado à verificação do especial valor do objeto e sua importância única, em que prevalece o interesse público de sua proteção.

No presente caso, desde o início do processo, com o pedido da Associação de Moradores, houve certa confusão entre o objetivo de proteger um bem histórico e o objetivo de impor restrições ao zoneamento, reiterando esta área da possibilidade de que ocorressem alterações pontuais, tanto assim que apenas em outubro de 2004 o pedido de tombamento trouxe uma motivação mais própria para este ato e, mesmo assim, também neste pedido, a citada associação insurgia-se mais uma vez contra as “alterações pontuais da LUOS promovidas por leis esparsas e periódicas que são aprovadas contrariando pareceres da SEPLAMA e do CMDU.”

O recurso ressalta justamente este conflito, ao questionar os motivos que indicaram a decisão de proteção do bairro, contestando a existência do especial valor histórico ou arquitetônico necessário para que se proceda ao tombamento e informando que vários bairros de Campinas possuem características peculiares na sua formação, nas influências arquitetônicas e até mesmo em seus elementos naturais e nem por isso, foram objeto de especial proteção pelo instituto do Tombamento.

Enfim, embora caiba ao CONDEPACC a indicação de bens para o tombamento, a decisão acolhendo a recomendação cabe ao Secretário de Cultura e, em última instância, ao Chefe do Executivo, autoridades públicas que devem fundamentar e explicar seus atos.

No presente caso, tratando-se de uma grande e importante área da cidade, cujas restrições impostas pelo Tombamento interferem não só no direito de propriedade de vários municípios como, principalmente, no poder de planificação urbana do município e, ainda, ante as dúvidas relativas ao especial valor histórico e arquitetônico do bem, entende que o CONDEPACC deverá voltar à discussão do assunto, trazendo maiores elementos para que se possa aquilatar o fundamento da proteção.

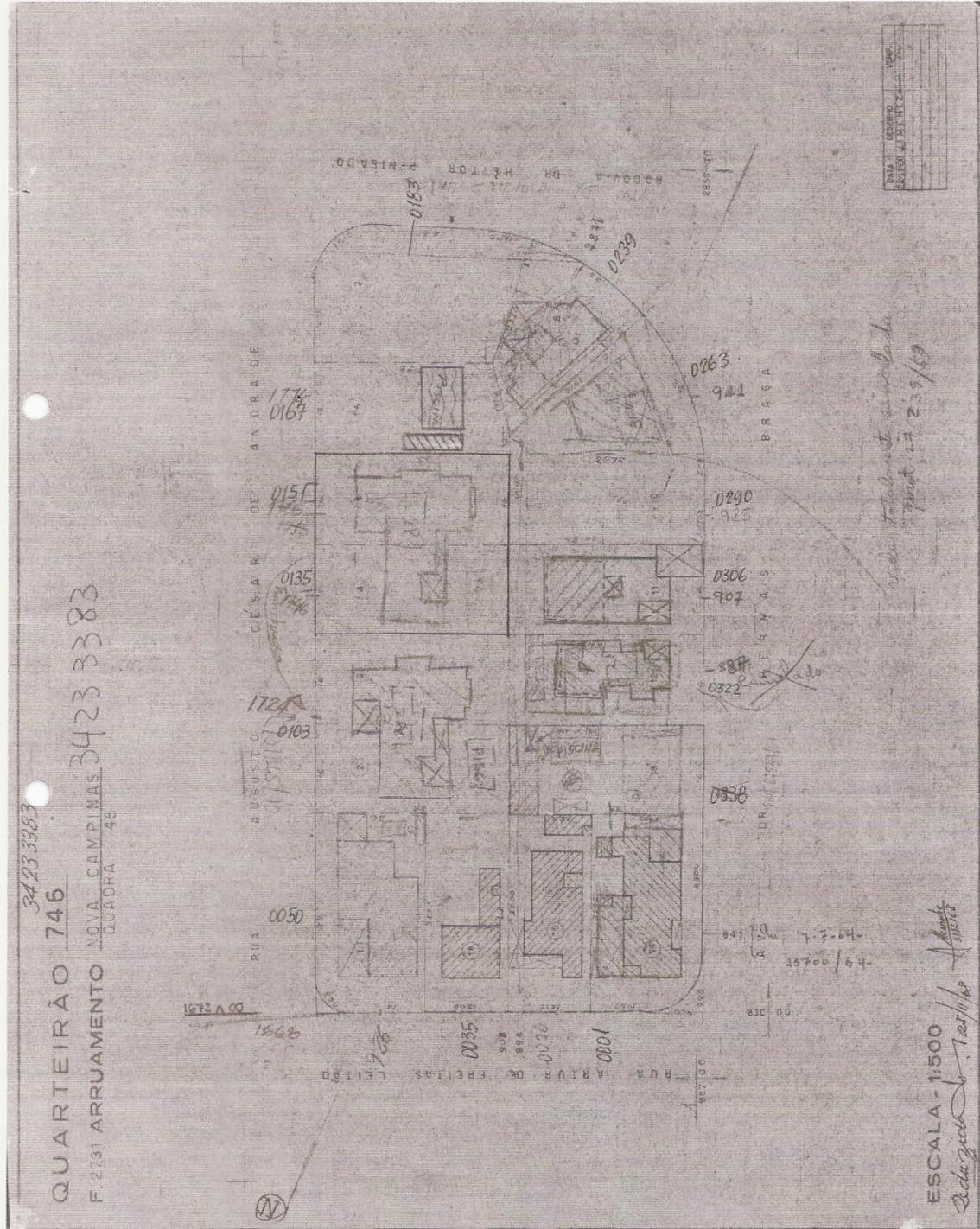
Caberá ao poder público, através da Seplama, indicar os impactos que o Tombamento desta área podem gerar ao meio urbano e a forma menos gravosa para se compatibilizar a proteção do bem é o zoneamento e planos urbanísticos previstos para a área. Diante do exposto, entendo que recurso deverá ser deferido, a fim de se cancelar, por ora, o tombamento, retornando-se os autos ao CONDEPACC para prosseguimento dos estudos.

Campinas, 24 de agosto de 2005
Carlos Henrique Pinto – Secretário Municipal dos Assuntos Jurídicos

ANEXO 04

Cópia da Planta do Quarteirão fornecida pelo DIDC

93



ANEXO 05

Ficha fornecida pelo DIDC

3 3423.3383.6103

Logradouro R.30- Rua Augusto César de Andrade N.01724

Distrito: 1º Zona: 3ª Folha: 16-A Data: 29-11-1955.

N.o Registro: Quart.: 746 Lote: 3.

Arruamento: Nova Campinas. Quadra: "46" Lote: 3.

Dimensões: {
 Frente: ~~32,00~~ 32,00 x 35,00 Fundo: _____
 Direita: _____ Esquerda: _____

Áreas: Lote: -560m². 1.120,00m² Construção: 532,20m²
P. Superior 55,00m²

Valores: {
 Terreno: Cr.\$ _____
 Constr.: Cr.\$ _____ Total: Cr.\$ _____


059491

Benfeitorias Residencial Habite-se 28/08/72

Observações: Ter. de Nova Campinas S/A C/c Melhoramentos Broo-
klin Ltda. Anex. neste lote o lote 2, conf. prot. 37465/70
em 22/4/71-JA. - Pr. LUIZ CALIL SADER

Frente da Ficha

1 845/62 3423 3383 - 2 T. 1A

Proprietário: Nilson Marcondes Dr.

Residência: Av. Da. Libânia nº 1 995 Nac.:

Cart.: 5º Livro: 140 Fls.: 55 Data: 28-3-962

Transc. 37 680 Circ.: 1ª Livro: 3-AJ Fls.: 163 Ano: 1 962

Esc.: Cr.\$ 168 000,00 T. Transf.: 27-4-962 N.o Reg.: 64 053 Mh
5617/70

Proprietário: LUIZ CALIL SADER (Dr.).

Residência: R. Alvaro Muller, 402 Nac.:

Cart.: 5º Of. Livro: 241 Fls.: 112 vº Data: 9/10/70

Transc.: 62.672 Circ.: 1ª Livro: 3-BE Fls.: 221 Ano: 1970

Esc. Cr.\$ 15.680,00-T. Transf. 27/11/70 N.o Reg.: 5716

Proprietário:

Residência: Nac.:

Cart.: Livro: Fls.: Data: . . .

Transc.: Circ.: Livro: Fls.: Ano:

Esc. Cr.\$ Transf.: N.o Reg.:

DOV. - 5.000 - 5/55

Verso da Ficha

APÊNDICE 01

Os problemas do bairro Cambuí foram detectados e apresentados na forma de estudo de caso no trabalho “O envelope solar e o direito ao sol” onde foram analisados quatro edifícios dentro de um quarteirão, como segue:

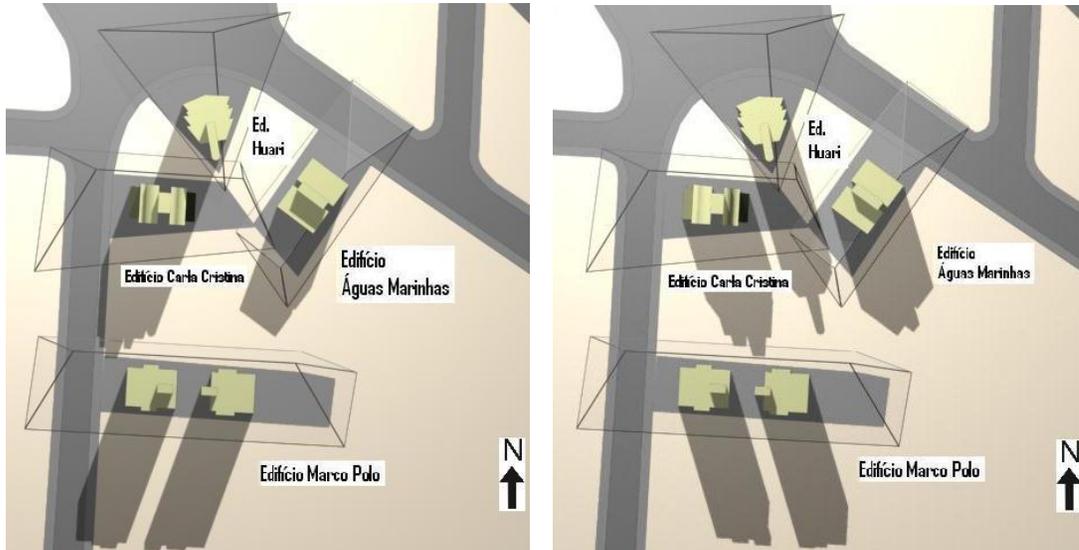


Fig. 30 e 31. Implantação. Envelopes e sombras. 21 de junho às 11h00 e às 13h00

As figuras 30 e 31 mostram a implantação dos edifícios com a geração dos envelopes solares e suas sombras no dia 21 de junho às 11h00 e às 13h00. Na nossa vivência profissional, observamos que a lei, traz diversas dificuldades, entre elas: 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. É visível nas figuras, que os quatro edifícios lançam suas sombras sobre o interior do quarteirão, tanto no período da manhã como da tarde. A falta de uma insolação adequada traz insalubridade e má qualidade de vida ao bairro.

As figuras 32 e 33 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.

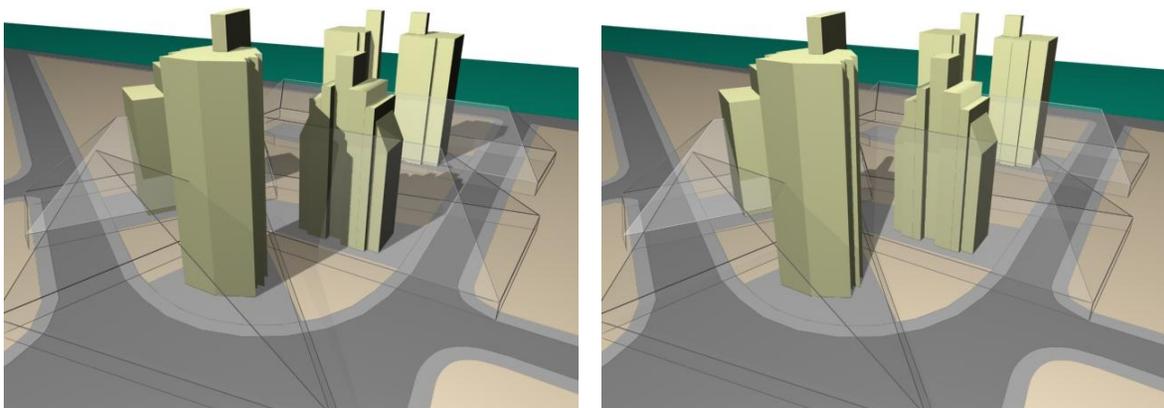


Fig. 32 e 33. Vista 3D. 21 de junho às 11h00 e às 13h00.