

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina
PPGEC – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

Tese de Doutorado

VERIDIANA ATANASIO SCALCO

**Método para a avaliação dos impactos de edificações
sobre a iluminação natural e insolação em
vizinhanças urbanas**

Florianópolis, 2010

VERIDIANA ATANASIO SCALCO

**MÉTODO PARA A AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DE
EDIFICAÇÕES SOBRE A ILUMINAÇÃO NATURAL E
INSOLAÇÃO EM VIZINHANÇAS URBANAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina para a aprovação do requisito parcial para obtenção do grau de doutor em Engenharia Civil.

Orientador: Fernando O. R. Pereira
Co-Orientador: Decio Rigatti

Florianópolis, 2010

Scalco, Veridiana A.

Método para a avaliação dos impactos de edificações sobre a iluminação natural e insolação em vizinhanças urbanas. / Veridiana Atanasio Scalco. – Florianópolis: UFSC, 2010. 395p.

Orientador: Fernando Oscar Ruttkay Pereira

Co-orientador: Decio Rigatti

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina.

1. Engenharia Civil. II. Título.

2010
Veridiana Atanasio Scalco

**MÉTODO PARA A AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DE
EDIFICAÇÕES SOBRE A ILUMINAÇÃO NATURAL E
INSOLAÇÃO EM VIZINHANÇAS URBANAS**

Esta tese foi julgada e aprovada em sua condição parcial para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 22 de novembro de 2010

Prof. Janaíde Cavalcante Rocha
Coordenadora do Programa

Prof. Fernando O. R. Pereira, PhD
Orientador

Prof. Dr Decio Rigatti
Co-Orientador

BANCA EXAMINADORA

Prof. Benamy Turkienicz, PhD

Prof. EneDir Ghisi, PhD

Prof.Dra Léa Cristina Lucas de Souza

Prof. Roberto Lamberts, PhD

Prof. Thêmis da Cruz Fagundes, PhD

Dedico com carinho este trabalho aos meus pais e ao meu marido e sempre companheiro.

Agradecimentos

Ao Orientador Fernando O. R. Pereira por me conceder a oportunidade desde a graduação de participar das pesquisas realizadas no LabCon. Essa experiência mudou a minha visão de arquitetura e guiou a minha carreira acadêmica. Muito obrigada por todos estes anos acreditando e orientando o meu trabalho.

Ao colega de trabalho na UFRGS e Co-orientador Decio Rigatti por todas as orientações em relação ao urbanismo, além do apoio e amizade.

Ao professor Anderson Claro pela sua extrema competência e prontidão ao incorporar o método proposto nessa pesquisa no Programa Apolux, viabilizando assim a proposta.

Aos professores que gentilmente aceitaram participar da banca contribuindo para o conhecimento, discussão e incentivo na construção deste trabalho.

Aos queridos amigos do Departamento de Urbanismo da UFRGS, em especial Leandro, Decio, Iara, Livia, Claudio, Fábio e Rosane que estiveram ao meu lado incentivando essa pesquisa.

A Capes pelo suporte financeiro na forma de bolsa de estudo.

A todos os amados companheiros do LabCon – Laboratório de Conforto Ambiental - pelo apoio, carinho, prontidão e amizade, em especial à minha querida amiga Raphaela.

A arquiteta Denise Pegorato que ajudou na definição do tema dessa tese sem querer, a partir de um questionamento sobre estudos de impacto de vizinhança e iluminação natural.

Aos meus queridos pais e irmãos por apoiar-me e incentivar-me durante toda a minha vida acadêmica.

A Família Scalco que ao longo do Doutorado tornou-se minha família também. O sorriso de vocês nas segundas de manhã tornava tudo mais fácil. Não tenho palavras para demonstrar a minha eterna gratidão por tudo que fizeram.

Ao meu amado companheiro Diogo que me apoiou incondicionalmente desde o início, principalmente nos momentos mais difíceis e decisivos. Muito obrigada por tudo que fizeste para que esse sonho se tornasse realidade.

RESUMO

SCALCO, V. A. **Método para a avaliação dos impactos de edificações sobre a iluminação natural e insolação em vizinhanças urbanas.** 2010. 395f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFSC, Florianópolis.

Com o advento do Estatuto da Cidade, novos instrumentos para o controle do crescimento urbano têm sido introduzidos gradativamente por planos diretores de cidades brasileiras, tais como Estudos de Impacto de Vizinhança para determinados empreendimentos. Entretanto, não existem métodos consistentes e padronizados para a análise de alguns dos itens abordados nesses estudos, entre os quais se destacam a iluminação natural e a insolação. Esta pesquisa objetivou o desenvolvimento de um método para a análise do impacto de edificações urbanas em sua vizinhança com relação às condições mínimas de insolação e de iluminação natural. Como parâmetros de desempenho têm-se integrados o Fator de Luz Diurna Vertical (FLDV) e a Radiação Solar Ponderada (RSP) através da técnica de visibilidade/obstrução utilizando como ferramenta a simulação computacional. Foram analisados cenários urbanos virtuais e reais tendo como variáveis diferentes tipos de parcelamento, números de pavimentos e taxas de ocupação das edificações. Concluiu-se que a maior porcentagem de impactos adversos é verificada nos cenários que possuem parcelamento regular e ocupação da vizinhança com edificações contendo 5 pavimentos e taxa de ocupação de 75%. Estes tipos de impactos são verificados em menor escala quando o parcelamento é alternado e as edificações da vizinhança possuem o mesmo potencial construtivo, entretanto com variações em relação ao número de pavimentos e a taxa de ocupação. O método proposto caracterizou adequadamente os impactos nos cenários analisados, apresentando-se como uma ferramenta com potencial para a contribuição em Estudos de Impacto de Vizinhança.

Palavras-chave: Iluminação Natural, Insolação e Impacto de vizinhança.

ABSTRACT

SCALCO, V. A. **Method for evaluation of buildings impacts on daylighting and insolation in urban neighborhood.** 2010. 395p. Thesis (Doutorate in Civil Engineering) – Postgraduate Program in Civil Engineering, UFSC, Florianópolis.

With the approval of Statute of City, new instruments for urban growth control have been gradually introduced in the masterplans of Brazilian cities, including the need to undertake Neighbourhood Impact Studies for some projects. However, there are no standardized and consistent methods to analyse some of the issues involved in those studies, such as daylighting and insolation. The aim of this research work was to develop a method to analyse the impact of new buildings, considering minimal requirements of insolation and daylighting using computer simulation as a tool. The Vertical Daylight Factor (VDF) and Solar Radiation Weighted (RSW) were integrated as performance parameters by the technique of visibility/obstruction. Different types of land subdivision, number of floors and occupation rates of buildings were analysed in virtual and real scenarios. It was concluded that the highest percentage of adverse impacts is checked in the scenarios that have regular land subdivision and 5 floors and 75% occupation ratio to neighbourhood buildings. These kinds of impact are reduced when the land subdivision is alternated and neighbourhood buildings have the same construction potential with variation in floors numbers and occupation ratio. The developed method adequately characterized the impacts in analysed scenarios, showing a potential tool to contribute with Neighbourhood Impact Studies.

Key-words: Daylighting, Insolation and Neighborhood Impact.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1.1	Gráfico da distribuição da população nas áreas urbanas e rurais baseado nos dados do Ministério das Cidades (fonte: MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004, p.20)	02
Figura 1.2	Diferentes escalas urbanas (fonte: SANTOS, 1988, p. 160).	05
Figura 1.3	Concepção geral do modelo de camadas ou “peles” destacando o ambiente urbano (fonte: LENZHOLZER, 2006)	07
Figura 1.4	Esquema simplificado da metodologia adotada na pesquisa	13

Capítulo 2

Figura 2.1	Estrutura do capítulo 2.....	16
Figura 2.2	Espectro solar (fonte: http://www.arcoweb.com.br/tecnologia).....	17
Figura 2.3	Técnicas específicas para análise da iluminação natural e insolação em ambientes urbanos (fonte: baseado em LITTLEFAIR, 1998).....	19
Figura 2.4	Parâmetros de iluminação natural e suas evoluções a partir dos demais....	21
Figura 2.5	Relação trigonométrica adotada (fonte: ASSIS et al, 1995).....	22
Figura 2.6	Dois situações consideradas na pesquisa (fonte: ASSIS et al, 1995).....	22
Figura 2.7	A figura “a” apresenta a planta esquemática da rua estudada e a “b” as ocupações simuladas para posterior análise (fonte: CÓRICA et al, 2002).	24
Figura 2.8	Critério de obstrução máxima determinado por Littlefair (fonte: LITTLEFAIR, 1991).....	26
Figura 2.9	Indicador de Luz do Céu (fonte: LITTLEFAIR, 2001).....	28
Figura 2.10	Exemplo de Diagrama de Waldram (fonte: http://www.waterslade.com/services/daylight_sunlight/sunlight_availability.htm).....	28
Figura 2.11	Exemplo de aplicação quando a primeira for suficiente (fonte: TREGENZA, 2001).....	29
Figura 2.12	Exemplo de aplicação da segunda etapa quando a primeira não for suficiente (fonte: TREGENZA, 2001).....	30
Figura 2.13	Exemplo de 25 edificações centrais em um dos 16 cenários (fonte: Ng, 2005).....	31
Figura 2.14	Alturas obtidas no Excel para os 25 edifícios dos 16 cenários (fonte: NG, 2005).....	32
Figura 2.15	Gráfico contendo os resultados dos 16 cenários (fonte: adaptado de NG, 2005).....	33
Figura 2.16	Exemplo de Indicador de altura admissível proposto por Hopkinson (fonte: HOPKINSON, 1966).....	34
Figura 2.17	Visualização de uma aplicação do indicador de altura admissível em perspectiva (fonte: AUCKLAND, 2003).....	34
Figura 2.18	Ilustração da equação 2.9.....	35
Figura 2.19	Aplicações de Indicadores de altura admissível proposto por Hopkinson (fonte: HOPKINSON, 1966).....	35
Figura 2.20	Linha de “não visão” do céu determinando o limite da altura de uma obstrução externa (fonte: LITTLEFAIR, 1991).....	36
Figura 2.21	Linha de “não visão” do céu determinando o limite da altura de uma obstrução externa (fonte: LITTLEFAIR, 1991 apud LEDER, 2007).....	37
Figura 2.22	Gráfico da relação entre a AVD, FLDV e a altura do edifício analisado (fonte: adaptado de NG, 2003).....	38
Figura 2.23	Cone de visão para um exemplo de janela analisada (fonte: NG, 2003)....	39
Figura 2.24	Delimitação da JCP na abóboda (fonte: LEDER, 2007).....	40
Figura 2.25	Ângulos de determinação da JCP em projeção estereográfica (fonte: LEDER, 2007).....	41

Figura 2.26	Globoscópio (a) e imagem de um ambiente interno obtido pelo mesmo (b) (fonte: HOPKINSON, 1966).....	42
Figura 2.27	Foto obtida com lente de peixe (a) e definição gráfica da área desobstruída (b) (fonte: STEYN, 1980).....	42
Figura 2.28	Exemplos de configurações urbanas analisadas (fonte: CHENG, 2006)....	43
Figura 2.29	Envelope Solar (a) e a construção das edificações (b) para um loteamento respeitando o volume máximo (fonte: KNOWLES, 1999).....	45
Figura 2.30	Espaçamento entre edificações sem o comprometimento a vizinhança (fonte: MATUS, 1988 apud LITTLEFAIR, 1998).....	46
Figura 2.31	Diagrama de trajetórias associado com a disponibilidade da luz solar (fonte: NEEMAN & LIGHT, 1975 apud LITTLEFAIR, 1998).....	47
Figura 2.32	Zonas angulares – seção vertical (a) e planta baixa (b) (fonte: Littlefair, 2001).....	48
Figura 2.33	Aplicação dos nomogramas solares utilizando critério angular simples (a) e envelope solar (b) (fonte: CAPELUTO et al, 2006).....	49
Figura 2.34	Valores ponderados de radiação solar para a fachada norte na latitude - 27.5° (fonte: PEREIRA et al, 2001).....	51
Figura 2.35	Envelope Solar utilizando RSP aplicado em habitações de Florianópolis (fonte: PEREIRA, et al, 2001).....	52
Figura 2.36	Indicador de ganho solar (a) e trajetórias solar para sobreposição (fonte: LITTLEFAIR, 1991).....	53
Figura 2.37	Localizador de direção para um exemplo de cenário (fonte: LITTLEFAIR, 1991).....	54
Figura 2.38	Diagrama de ganho solar (fonte: NBA Tectonics, 1988 apud LITTLEFAIR, 1991).....	55
Figura 2.39	Máscara obtida a partir do módulo Fóton do programa Apolux.....	57
Figura 2.40	Imagem foto-realista (a) e diferentes formas de visualização dos dados de iluminância, através de quantificação (b), curvas isolux em cor falsa (c) e olho de peixe (d) (fonte: CLARO et al, 2005).....	58
Figura 2.41	Sobreposição de edificações e envelopes solares (fonte: Grazziotin, 2003).....	59
Figura 2.42	Projeção estereográfica (fonte: Grazziotin, 2003).....	60
Figura 2.43	Representação da radiação solar incidindo em edificações urbanas (fonte: http://images.autodesk.com/adsk/files/ecotectanalysis_detail_brochure.pdf/).....	61
Figura 2.44	Exemplo de estudo de sombras (fonte: http://www.green-design.it/foto/ecotect/scgermata%20ecotect2.jpg/).....	61
Figura 2.45	Exemplo de envelope solar (fonte: http://www.excitech.co.uk/products/ecotect/autodesk_ecotect.asp /).....	62
Figura 2.46	Exemplo de visibilidade/obstrução de uma fachada (fonte: http://www.squ1.com/archive/index.php?http://www.squ1.com/archive/daylight/df-ecotect.html).....	62
Figura 2.47	Análise do FLD em uma edificação (fonte: http://www.architecture.uwaterloo.ca/faculty_projects/terri/carbonaia/teaching/laroche/laroche6.html).....	63
Figura 2.48	Análise da iluminância em uma edificação (fonte: http://www.architecture.uwaterloo.ca/faculty_projects/terri/carbonaia/teaching/laroche/laroche6.html).....	64
Figura 2.49	Interface do <i>plugin</i> do Sketchup (fonte: http://www.ecobuild.co.uk/var/uploads/exhibitor/207/08_3.pdf).....	65
Figura 2.50	Exemplo de análise do FLD (fonte: http://www.iesve.com/content/mediaAssets/Consultancy%20PDF%20reviews/Office%20of%20Public%20Works.PDF).....	65

Figura 2.51	Exemplo de análise identificando o céu visível e obstruído (a) e céu visível juntamente com a trajetória solar (fonte: http://tx.technion.ac.il/~arrguedi/SunTools/dwnld_after_reg/stdwnld/sunTools_helpV2.pdf).....	67
--------------------	---	----

Capítulo 3

Figura 3.1	Estrutura do capítulo 3.....	71
Figura 3.2	Imagens de alguns estudos de sombra encontrados (fonte: indicada).....	75
Figura 3.3	Edificações vizinhas analisadas identificadas com siglas e delimitação da vizinhança (fonte: BROADWAY MALYAN, 2007).....	78
Figura 3.4	Janelas analisadas identificadas com siglas (fonte: ENVIRON UK, 2007b).....	79
Figura 3.5	Etapas de avaliação através do método BRE em relação aos impactos sobre a iluminação natural da vizinhança.....	79
Figura 3.6	Verificação da obstrução vertical nas situações existente, proposta e ângulo de 25 graus (fonte: adaptado de METROPOLIS PD, 2009).....	80
Figura 3.7	Verificação da obstrução vertical em corte de uma edificação (a) e perspectiva mostrando planos a 25 graus traçados nas janelas de 5 prédios vizinhos (b) (fonte: adaptado de DAVID JARVES ASSOCIATES, 2008).....	80
Figura 3.8	Verificação da obstrução vertical através do Diagrama de Waldram para a situação existente (a) e proposta (b) (fonte: DELVA & PATMAN ASSOCIATES, 2009).....	81
Figura 3.9	Verificação da componente celeste vertical através do Indicador de luz do céu (fonte: SOLUM, 2009).....	82
Figura 3.10	Verificação da componente celeste vertical através do programa <i>Waterslade Ltd Vertical Sky Component Calculator</i> (fonte: adaptado de DAVID JARVES ASSOCIATES, 2008).....	82
Figura 3.11	Verificação da componente celeste vertical através do programa IES (fonte: URS CORPORATION, 2006).....	83
Figura 3.12	Exemplo de verificação da Linha de “não” céu (fonte: adaptado de METROPOLIS PD, 2009).....	84
Figura 3.13	Simulação computacional do cenário contendo a proposta de projeto (fonte: AECOM, 2009b).....	85
Figura 3.14	Análise da situação existente (a), projeto sem (b) e com marquise (c) (fonte: adaptado de EPSILON ASSOCIATES, 2009).....	87
Figura 3.15	Verificação da probabilidade anual de horas de Sol nos pontos das fachadas (fonte: OVER ARUP & PARTNERS, 2009).....	89
Figura 3.16	Em amarelo estão destacados os apartamentos que recebem mais de duas horas de sol no solstício de inverno (fonte: HEGGIES, 2008).....	90
Figura 3.17	Imagem de estudos encontrados (fonte: indicada).....	92

Capítulo 4

Figura 4.1	Itens necessários para a definição da proposta de método.....	96
Figura 4.2	Frequência de ocorrência anual de iluminâncias horizontais externas para vinte e seis capitais brasileiras.....	99
Figura 4.3	Média anual da duração da luz do sol na Europa (fonte: http://www.satel-light.com/core.htm).....	100
Figura 4.4	Frequência de ocorrência anual de céu claro na Europa (fonte: http://www.satel-light.com/core.htm).....	101
Figura 4.5	Comparação entre as temperaturas médias anuais de algumas cidades brasileiras (Fonte: Programa Luz do Sol).....	104
Figura 4.6	Delimitação das 3 zonas bioclimáticas onde a avaliação dos impactos relativos à insolação é necessária (fonte: ABNT, 2005).....	105
Figura 4.7	Ajustes das orientações para simplificar o método em planta e perspectiva.....	105

Figura 4.8	Primeira etapa para a determinação da área de abrangência - exemplo para a direção Norte o critério de obstrução da JCP.....	107
Figura 4.9	Exemplo esquemático de correção do raio de abrangência em função das diferenças de cota entre o OI e a vizinhança.....	108
Figura 4.10	Área de abrangência a partir de arcos tangentes.....	108
Figura 4.11	Área de abrangência para OI contendo diferentes módulos.....	109
Figura 4.12	Exemplo de identificação em planta das fachadas voltadas ao OI.....	110
Figura 4.13	Simplificação da forma da fachada (a) e pontos de análise (b).....	111
Figura 4.14	Construção dos planos de análise.....	112
Figura 4.15	Exemplo de cenário modelado (a) e salvo no formato *.dxf e exemplo de cenário modelado, exportado em formato *.3ds e importado novamente para o AutoCAD e salvo em formato *.dxf (b).....	113
Figura 4.16	Exemplo de máscara obtida no programa Apolux.....	114
Figura 4.17	Exemplo de planilha gerada pelo programa Apolux.....	114
Figura 4.18	Exemplo de organização dos dados em planilha.....	116
Figura 4.19	Exemplos de divisão da vizinhança em níveis.....	120
Figura 4.20	Exemplo de espacialização dos tipos de impactos nas fachadas.....	121
Figura 4.21	Ilustração das etapas para a mitigação de impactos relativos à iluminação natural e insolação.....	122
Figura 4.22	Localização dos três Corredores de Centralidade de Porto Alegre.....	126
Figura 4.23	Cenário urbano real (a) e máximo de ocupação pelo Plano Diretor vigente (b).....	128
Figura 4.24	Exemplo de parcelamento dos cenários.....	131
Figura 4.25	Imagem de satélite do terreno.....	137
Figura 4.26	Planta de cobertura sem escala (fonte: EPT, 2006).....	138
Figura 4.27	Perspectiva geral (fonte: EPT, 2006).....	138
Figura 4.28	Perspectiva norte (fonte: EPT, 2006).....	138
Figura 4.29	Perspectiva sul (fonte: EPT, 2006).....	139
Figura 4.30	Etapas para a determinação da área de abrangência.....	139
Figura 4.31	Vista da parte sul (a) e oeste (b) da área de abrangência.....	140
Figura 4.32	Número de pavimentos dos edifícios da vizinhança (escala indicada)....	141
Figura 4.33	Divisão da vizinhança em três níveis (sem escala).....	142
Figura 4.34	Perspectiva 1 do cenário modelado (sem escala).....	142
Figura 4.35	Perspectiva 2 do cenário modelado (sem escala).....	143

Capítulo 5

Figura 5.1	Organização do capítulo 5.....	145
Figura 5.2	Identificação dos edifícios analisados nos cenários de ocupação (a) real e máxima (b).....	146
Figura 5.3	Maiores diferenças encontradas nas fachadas dos edifícios para FLDV (a) e RSP (b) nas situações anteriores e posteriores ao OI.....	147
Figura 5.4	Diferentes comportamentos verificados nos valores de contribuição da JCP no FLDV nos pavimentos das edificações: linear (a), decrescente (b) e misto – decrescente e linear (c).....	149
Figura 5.5	Edificações e suas fachadas que apresentaram impactos neutros, porém com valores abaixo do mínimo requerido nas situações anterior e posterior ao objeto de impacto.....	151
Figura 5.6	Organização dos resultados e análises dos impactos em relação à iluminação natural dos cenários homogêneos.....	152
Figura 5.7	Diagramas de impactos dos cenários do grupo X_OI20_regular relativos à iluminação natural: 5_OI20_regular (a), 10_OI20_regular (b), 15_OI20_regular (c) e 20_OI20_regular (d).....	153
Figura 5.8	Máscaras do edifício 31 (primeiro pavimento da fachada sul) para os cenários 5_OI20_regular (a), 10_OI20_regular (b), cenários 15_OI20_regular (c), 20_OI20_regular (d).....	155

Figura 5.9	Máscaras do edifício 2 (primeiro pavimento da fachada Sul para os cenários 5_OI20_regular (a), 10_OI20_regular (b), cenários 15_OI20_regular (c), 20_OI20_regular (d).....	156
Figura 5.10	Comparação dos impactos nos cenários do tipo X_OI20_regular.....	158
Figura 5.11	Distribuição dos impactos nos níveis: 5_OI20_regular (a), 10_OI20_regular (b), cenários 15_OI20_regular (c), 20_OI20_regular (d).....	159
Figura 5.12	Comparação das simetrias dos cenários do tipo X_OI20_regular (a) e X_OI20_alternado (b).....	160
Figura 5.13	Diagramas de impactos dos cenários do grupo X_OI20_alternado relativos à iluminação natural: 5_OI20_alternado (a), 10_OI20_alternado (b), 15_OI20_alternado (c) e 20_OI20_alternado (d).....	161
Figura 5.14	Máscaras da fachada Leste do primeiro pavimento do edifício 24 (a) e 46 (b) do cenário 20_OI20_alternado (b).....	162
Figura 5.15	Máscara da fachada Norte do primeiro pavimento do edifício 22 do cenário 5_OI20_alternado.....	163
Figura 5.16	Comparação dos impactos nos cenários do tipo X_OI20_alternado.....	163
Figura 5.17	Distribuição dos impactos nos níveis: 5_OI20_alternado (a), 10_OI20_alternado (b), 15_OI20_alternado (c) e 20_OI20_alternado (d).....	164
Figura 5.18	Diagramas de impactos dos cenários do grupo X_OI10_regular relativos à iluminação natural: 5_OI10_regular (a), 10_OI10_regular (b), 15_OI10_regular (c) e 20_OI10_regular (d).....	165
Figura 5.19	Máscaras da fachada Leste do primeiro pavimento do edifício 14 do cenário 5_OI10_regular (a) e 10_OI10_regular (b).....	166
Figura 5.20	Comparação dos impactos nos cenários do tipo X_OI10_regular.....	167
Figura 5.21	Distribuição dos impactos nos níveis: 5_OI10_regular (a), 10_OI10_regular (b), 15_OI10_regular (c) e 20_OI10_regular (d).....	168
Figura 5.22	Diagramas de impactos dos cenários do grupo X_OI10_regular relativos à iluminação natural: 5_OI10_regular (a), 10_OI10_regular (b), 15_OI10_regular (c) e 20_OI10_regular (d).....	169
Figura 5.23	Máscaras da fachada Norte do primeiro pavimento do edifício 8 do cenário 1_OI10_alternado (a) e 20_OI10_alternado (b).....	170
Figura 5.24	Comparação dos impactos nos cenários do tipo X_OI10_alternado.....	170
Figura 5.25	Distribuição nos níveis: 5_OI10_regular (a), 10_OI10_alternado (b), 15_OI10_alternado e 20_OI10_alternado (d).....	171
Figura 5.26	Comparação entre a soma dos impactos NI e IN dos quatro cenários contendo OI com 20 pavimentos para os 2 tipos de parcelamentos.....	172
Figura 5.27	Comparação entre a soma dos impactos NI e IN dos quatro cenários contendo OI com 10 pavimentos para os 2 tipos de parcelamentos.....	173
Figura 5.28	Fachadas frontais destacadas que possuem as mesmas obstruções verificadas nas máscaras da figura 5.26.....	174
Figura 5.29	Máscaras do primeiro pavimento do edifício 3 dos cenários 5_OI10_regular (a) e 5_OI20_regular (b).....	175
Figura 5.30	Perspectiva da JCP total (a) e dividida em nove partes (b) (fonte: LEDER et al, 2008).....	175
Figura 5.31	Organização dos resultados e análises dos impactos em relação à iluminação natural dos cenários homogêneos.....	176
Figura 5.32	Radiações Solares Ponderadas positivas para a fachada Norte.....	177
Figura 5.33	Radiações Solares Ponderadas positivas para a fachada Leste.....	178
Figura 5.34	Radiações Solares Ponderadas positivas para a fachada Sul.....	179
Figura 5.35	Radiações Solares Ponderadas positivas para a fachada Oeste.....	180
Figura 5.36	Diagramas de impactos dos cenários do grupo X_OI20_regular relativos à insolação: 5_OI20_regular (a), 10_OI20_regular (b),	

	15_OI20_regular (c) e 20_OI20_regular (d).....	181
Figura 5.37	Máscaras dos quintos pavimentos da fachada Norte do edifício 9 dos cenários 5_OI20_regular (a), 10_OI20_regular (b), 15_OI20_regular (c) e 20_OI20_regular (d).....	183
Figura 5.38	Máscaras dos primeiros pavimentos da fachada Norte do edifício 9 (a), fachada Leste do edifício 11 (b), fachada Sul do edifício 12 (c) e fachada Oeste do edifício 6 (d).....	185
Figura 5.39	Comparação dos impactos nos cenários do tipo X_OI20_regular.....	186
Figura 5.40	Distribuição dos impactos nos níveis: 5_OI20_regular (a), 10_OI20_regular (b), cenários 15_OI20_regular (c), 20_OI20_regular (d).....	187
Figura 5.41	Diagramas de impactos dos cenários do grupo X_OI20_alternado relativos à insolação: 5_OI20_alternado (a), 10_OI20_alternado (b), 15_OI20_alternado (c) e 20_OI20_alternado (d).....	188
Figura 5.42	Máscaras dos primeiros pavimentos da fachada Sul do edifício 27 do cenário 5_OI20_alternado (a) e da fachada Sul do edifício 31 do cenário 5_OI20_regular (b).....	189
Figura 5.43	Máscaras da fachada Norte do edifício 22 para o primeiro (a) e quinto pavimento (b) do cenário 5_OI20_alternado.....	190
Figura 5.44	Máscaras dos primeiros pavimentos da fachada Leste do edifício 9 para os cenários 5_OI20_alternado (a) e 10_OI20_alternado (b).....	191
Figura 5.45	Comparação dos impactos nos cenários do tipo X_OI20_alternado	192
Figura 5.46	Distribuição dos impactos nos níveis: 5_OI20_alternado (a), 10_OI20_alternado (b), cenários 15_OI20_alternado (c), 20_OI20_alternado (d).....	193
Figura 5.47	Diagramas de impactos dos cenários do grupo X_OI10_regular relativos à insolação: 5_OI10_regular (a), 10_OI10_regular (b), 15_OI10_regular (c) e 20_OI10_regular (d).....	194
Figura 5.48	Máscaras do primeiro pavimento da fachada Norte do edifício 10 para os cenários 5_OI10_regular (a) e 10_OI10_regular (b).....	195
Figura 5.49	Comparação dos impactos nos cenários do tipo X_OI10_regular.....	195
Figura 5.50	Distribuição dos impactos nos níveis: 5_OI10_regular (a), 10_OI10_regular (b), cenários 15_OI10_regular (c), 20_OI10_regular (d).....	196
Figura 5.51	Diagramas de impactos dos cenários do grupo X_OI10_alternado relativos à insolação: 5_OI10_alternado (a), 10_OI10_alternado (b), 15_OI10_alternado (c) e 20_OI10_alternado (d).....	197
Figura 5.52	Máscaras do primeiro pavimento da fachada Leste do edifício 10 d os cenários 5_OI10_alternado (a) e 20_OI10_regular (b)	198
Figura 5.53	Comparação dos impactos nos cenários do tipo X_OI10_alternado.....	198
Figura 5.54	Distribuição dos impactos nos níveis: 5_OI10_alternado (a), 10_OI10_altenado (b), cenários 15_OI10_alternado (c), 20_OI10_alternado (d).....	199
Figura 5.55	Comparação entre os quatro cenários contendo OI alto e parcelamentos diferenciados em relação à soma dos impactos do tipo NI e IN.....	200
Figura 5.56	Máscaras do primeiro piso da edificação 9 com parcelamento regular (a) e 8 com parcelamento alternado (b).....	201
Figura 5.57	Máscaras do primeiro piso da edificação 12 com parcelamento regular (a) e 11 com parcelamento alternado (b).....	201
Figura 5.58	Comparação entre os quatro cenários contendo OI baixo e parcelamentos diferenciados em relação aos impactos do tipo NI e IN..	202
Figura 5.59	Diagramas de impactos do cenário 10_OI10_regular (a) e 10_OI10_alternado (b).....	202

Figura 5.60	Organização dos resultados e análises relativos à iluminação natural.....	207
Figura 5.61	Diagramas de impactos dos cenários do grupo ENI_5_x relativos à iluminação natural: ENI_5_0 (a), ENI_5_10 (b), ENI_5_15 (c) e ENI_5_20 (d).....	208
Figura 5.62	Porcentagens dos impactos na vizinhança.....	209
Figura 5.63	Comparação dos números de pontos com impactos adversos no nível 1	209
Figura 5.64	Máscaras do quarto pavimento das fachadas voltadas a Leste do edifício 2 representativo dos edifícios com fachadas frontais ao OI no nível 1.....	210
Figura 5.65	Máscaras do primeiro pavimento da fachada Leste da edificação número 2 para os cenário ENI_5_0 e ENI_5_20.....	211
Figura 5.66	Máscaras do primeiro pavimento e sétimo da fachada Sul da edificação número 14 para o cenário ENI_5_15.....	211
Figura 5.67	Diagramas de impactos dos cenários do grupo ENI_x_5 relativos à iluminação natural: ENI_0_5 (a), ENI_10_5 (b), ENI_15_5 (c) e ENI_20_5 (d).....	212
Figura 5.68	Máscaras do primeiro pavimento da fachada Leste da edificação número 2 para o os cenário ENI_10_5 (a), ENI_15_5 (b) e ENI_20_5 (c).....	213
Figura 5.69	Máscaras do primeiro pavimento da fachada sul da edificação número 13 para os cenários ENI_15_5 e ENI_20_5.....	214
Figura 5.70	Porcentagens dos tipos de impactos.....	214
Figura 5.71	Número de pontos e seus respectivos impactos para o nível 2.....	215
Figura 5.72	Simetria dos cenários.....	216
Figura 5.73	Diagramas de impactos dos cenários do grupo NNI_5_x relativos à iluminação natural: NNI_5_0 (a), NNI_5_10 (b), NNI_5_15 (c) e NNI_5_20 (d).....	216
Figura 5.74	Porcentagens de impactos nos cenários.....	217
Figura 5.75	Impactos verificados nas edificações com 5 pavimentos	217
Figura 5.76	Comparações dos impactos do tipo NI e IN dos cenários A1.1 , A1.2 e A.2.1.....	218
Figura 5.77	Diagramas de impactos dos cenários do grupo ENI_5_x relativos à insolação: ENI_5_0 (a), ENI_5_10 (b), ENI_5_15 (c) e ENI_5_20 (d)..	219
Figura 5.78	Porcentagem de impactos dos cenários.....	219
Figura 5.79	Comparações dos impactos adversos no nível 1.....	220
Figura 5.80	Diagramas de impactos dos cenários do grupo ENI_x_5 relativos à insolação: ENI_0_5 (a), ENI_10_5 (b), ENI_15_5 (c) e ENI_20_5 (d)..	221
Figura 5.81	Porcentagens e impactos nos cenários.....	221
Figura 5.82	Impactos verificados no nível 2.....	222
Figura 5.83	Máscaras da fachada Leste do primeiro pavimento do edifício número 25 para os cenários ENI_0_5 (a), ENI_10_5 (b), ENI_15_5 (c) e ENI_20_5 (d).....	223
Figura 5.84	Diagramas de impactos dos cenários do grupo NNI_5_x relativos à insolação: NNI_5_0 (a), NNI_5_10 (b), NNI_5_15 (c) e NNI_5_20 (d)	224
Figura 5.85	Máscaras do primeiro piso da fachada Oeste do edifício 6 para os NNI_5_0 (a), NNI_5_10 (b), NNI_5_15 (c) e NNI_5_20 (d).....	225
Figura 5.86	Máscaras do primeiro piso da fachada Sul do edifício doze para os cenários NNI_5_0 (a), NNI_5_10 (b), NNI_5_15 (c) e NNI_5_20 (d)...	226
Figura 5.87	Porcentagens de todos os impactos dos cenários deste grupo.....	227
Figura 5.88	Número de pontos e tipos de impactos verificados nas edificações mais baixas.....	227
Figura 5.89	Comparações dos impactos do tipo NI e IN dos cenários A1.1 , A1.2 e A.2.1.....	228
Figura 5.90	Diagramas de impacto do cenário 5_OI10_regular para iluminação (a)	

	e insolação (b).....	231
Figura 5.91	Legenda dos edifícios da vizinhança do cenário 1_OIbaixo_regular.....	231
Figura 5.92	Máscaras correspondentes às edificações 6 (a e b), 9 (c e d) e 11 (e e f) para os primeiros (coluna da esquerda) e últimos pavimentos (coluna da direita).....	234
Figura 5.93	Propostas de alterações no OI para amitigação dos impactos adversos...	235
Figura 5.94	Máscaras correspondentes às edificações 1 (a e b), 2 (c e d) e 14 (e e f) para os primeiros (coluna da esquerda) e últimos pavimentos (coluna da direita).....	236
Figura 5.95	Propostas de alterações no OI para amitigação dos impactos adversos...	237
Figura 5.96	Impactos relativos à iluminação natural verificados no cenário real.....	239
Figura 5.97	Diagrama de impactos relativo à iluminação natural (sem escala).....	241
Figura 5.98	Delimitação das edificações que apresentaram impactos adversos referentes à iluminação natural (sem escala).....	242
Figura 5.99	Magnitude dos impactos referentes à iluminação natural verificados nos níveis.....	243
Figura 5.100	Máscaras do primeiro pavimento das fachadas voltadas a Leste dos edifícios 2, 9, 16, 23 e 30 (nível 1).....	244
Figura 5.101	Máscaras do primeiro pavimento da fachada Sul do edifício 9 (nível 1) na situação anterior e posterior ao OI.....	245
Figura 5.102	Máscaras do primeiro pavimento das fachadas Norte dos edifícios 40 e 50 (nível 2) na situação anterior e posterior ao OI.....	246
Figura 5.103	Máscaras do primeiro pavimento das fachadas voltadas para o OI dos edifícios 62, 65, 68, 71, 74, 77 e 80 (nível 2).....	248
Figura 5.104	Diagrama de impactos relativo à insolação (sem escala).....	250
Figura 5.105	Impactos adversos verificados na insolação das edificações (sem escala).....	251
Figura 5.106	Tipos de impactos verificados e percentagem.....	252
Figura 5.107	Porcentagem dos impactos verificados nos níveis.....	252
Figura 5.108	Máscaras do primeiro pavimento das fachadas voltadas a Leste dos edifícios 2, 9, 16, 23 e 30 (nível 1) com RSP+ contornadas em amarelo	253
Figura 5.109	Máscaras do primeiro pavimento da fachada Norte do edifício 40 (nível 2) com RSP+ contornadas em amarelo.....	254
Figura 5.110	Máscaras do primeiro pavimento da fachada Leste do edifício 39 (nível 2) com radiações ponderadas positivas contornadas em amarelo.	255
Figura 5.111	Esquemas de impacto para iluminação (a) e insolação (b).....	256
Figura 5.112	Modificações no projeto para mitigar os impactos adversos.....	257

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2

Tabela 2.1	Ângulos de obstrução máxima e componente celeste vertical para diferentes latitudes (fonte: adaptado de LITTLEFAIR, 2001).....	27
Tabela 2.2	Programas computacionais e seus parâmetros de desempenho.....	56

Capítulo 3

Tabela 3.1	Respostas das empresas.....	72
Tabela 3.2	Resultado da pesquisa sobre estudos de impacto nacionais em instituições.....	74
Tabela 3.3	Métodos encontrados nos estudos para iluminação natural.....	77
Tabela 3.4	Critérios de significância para iluminação natural e insolação (fonte: DRIVER, 2008).....	85
Tabela 3.5	Métodos encontrados nos estudos para insolação.....	88

Capítulo 4

Tabela 4.1	Critério de suscetibilidade dos impactos (fonte: DRIVER JONAS, 2008).....	117
Tabela 4.2	Tipos de impactos referentes à insolação.....	118
Tabela 4.3	Tipos de impactos referentes à iluminação natural.....	119
Tabela 4.4	Situações onde o impacto será neutro, positivo ou negativo.....	124
Tabela 4.5	Características das edificações utilizadas nos cenários virtuais.....	131
Tabela 4.6	Nomenclatura dos cenários homogêneos.....	132
Tabela 4.7	Cenários homogêneos com OI de 20 pavimentos.....	133
Tabela 4.8	Cenários homogêneos com OI de 10 pavimentos.....	134
Tabela 4.9	Nomenclatura dos cenários heterogêneos de acordo com as suas características.....	135
Tabela 4.10	Cenários com variação entre níveis.....	135
Tabela 4.11	Cenários com variação nos níveis.....	136

Capítulo 5

Tabela 5.1	Comparação dos tipos de impactos por pavimento na fachada Sul da edificação 2.....	157
Tabela 5.2	Comparação entre os cenários 5_OI20_regular e 5_OI10_regular.....	174
Tabela 5.3	Valores de RSP+M para as fachadas N, L, S e O desobstruídas.....	180
Tabela 5.4	Comparação dos tipos de impactos por pavimento na fachada Norte da edificação 9.....	182
Tabela 5.5	Comparação entre os cenários 5_OI20_regular e 5_OI10_regular.....	203
Tabela 5.6	Valores médios de FLDV no nível dois antes e depois do OI.....	215
Tabela 5.7	Valores médios de RSP+M no nível dois antes e depois do OI.....	223
Tabela 5.8	Planilha dos impactos relativos à iluminação de edifícios do cenário 5_OI10_regular.....	232
Tabela 5.9	Planilha dos impactos relativos à insolação de edifícios do cenário 5_OI10_regular.....	233
Tabela 5.10	Planilha dos impactos relativos à iluminação de edifícios do cenário 1_OIbaixo_regular.....	237
Tabela 5.11	Legenda referente a suscetibilidade dos impactos.....	240
Tabela 5.12	Legenda referente a suscetibilidade dos impactos.....	249
Tabela 5.13	Planilha dos impactos relativos à iluminação do edifício 10.....	258

LISTA DE QUADROS

Apêndice B:

Quadro B1	Diagrama de impactos do cenário 5_OI20_regular (iluminação).....	294
Quadro B2	Diagrama de impactos do cenário 10_OI20_regular (iluminação).....	295
Quadro B3	Diagrama de impactos do cenário 15_OI20_regular (iluminação).....	296
Quadro B4	Diagrama de impactos do cenário 20_OI20_regular (iluminação).....	297
Quadro B5	Diagrama de impactos do cenário 5_OI20_alternado (iluminação).....	298
Quadro B6	Diagrama de impactos do cenário 10_OI20_alternado (iluminação).....	299
Quadro B7	Diagrama de impactos do cenário 15_OI20_alternado (iluminação).....	300
Quadro B8	Diagrama de impactos do cenário 20_OI20_alternado (iluminação).....	301
Quadro B9	Diagrama de impactos do cenário 5_OI10_regular (iluminação).....	302
Quadro B10	Diagrama de impactos do cenário 10_OI10_regular (iluminação).....	303
Quadro B11	Diagrama de impactos do cenário 15_OI10_regular (iluminação).....	304
Quadro B12	Diagrama de impactos do cenário 20_OI10_regular (iluminação).....	305
Quadro B13	Diagrama de impactos do cenário 5_OI10_alternado (iluminação).....	306
Quadro B14	Diagrama de impactos do cenário 10_OI10_alternado (iluminação).....	307
Quadro B15	Diagrama de impactos do cenário 15_OI10_alternado (iluminação).....	308
Quadro B16	Diagrama de impactos do cenário 20_OI10_alternado (iluminação).....	309

Apêndice C

Quadro C1	Diagrama de impactos do cenário 5_OI20_regular (insolação).....	229
Quadro C2	Diagrama de impactos do cenário 10_OI20_regular (insolação).....	232
Quadro C3	Diagrama de impactos do cenário 15_OI20_regular (insolação).....	235
Quadro C4	Diagrama de impactos do cenário 20_OI20_regular (insolação).....	238
Quadro C5	Diagrama de impactos do cenário 5_OI20_alternado (insolação).....	241
Quadro C6	Diagrama de impactos do cenário 10_OI20_alternado (insolação).....	244
Quadro C7	Diagrama de impactos do cenário 15_OI20_alternado (insolação).....	246
Quadro C8	Diagrama de impactos do cenário 20_OI20_alternado (insolação).....	248
Quadro C9	Diagrama de impactos do cenário 5_OI10_regular (insolação).....	251
Quadro C10	Diagrama de impactos do cenário 10_OI10_regular (insolação).....	253
Quadro C11	Diagrama de impactos do cenário 15_OI10_regular (insolação).....	255
Quadro C12	Diagrama de impactos do cenário 20_OI10_regular (insolação).....	256
Quadro C13	Diagrama de impactos do cenário 5_OI10_alternado (insolação).....	258
Quadro C14	Diagrama de impactos do cenário 10_OI10_alternado (insolação).....	260
Quadro C15	Diagrama de impactos do cenário 15_OI10_alternado (insolação).....	261
Quadro C16	Diagrama de impactos do cenário 20_OI10_alternado (insolação).....	264

Apêndice D

Quadro D1	Diagrama de impactos do cenário ENI_5_0 (iluminação).....	279
Quadro D2	Diagrama de impactos do cenário ENI_5_10 (iluminação).....	280
Quadro D3	Diagrama de impactos do cenário ENI_5_15 (iluminação).....	281
Quadro D4	Diagrama de impactos do cenário ENI_5_20 (iluminação).....	282
Quadro D5	Diagrama de impactos do cenário ENI_0_5 (iluminação).....	288
Quadro D6	Diagrama de impactos do cenário ENI_10_5 (iluminação).....	289

Quadro D7	Diagrama de impactos do cenário ENI_15_5 (iluminação).....	290
Quadro D8	Diagrama de impactos do cenário ENI_20_5 (iluminação).....	291
Quadro D9	Diagrama de impactos do cenário NNI_5_0 (iluminação).....	296
Quadro D10	Diagrama de impactos do cenário NNI_10_0 (iluminação).....	297
Quadro D11	Diagrama de impactos do cenário NNI_15_0 (iluminação).....	298
Quadro D12	Diagrama de impactos do cenário NNI_16_0 (iluminação).....	299

Apêndice E

Quadro E1	Diagrama de impactos do cenário ENI_5_0 (insolação).....	302
Quadro E2	Diagrama de impactos do cenário ENI_5_10 (insolação).....	303
Quadro E3	Diagrama de impactos do cenário ENI_5_15 (insolação).....	304
Quadro E4	Diagrama de impactos do cenário ENI_5_20 (insolação).....	305
Quadro E5	Diagrama de impactos do cenário ENI_0_5 (insolação).....	307
Quadro E6	Diagrama de impactos do cenário ENI_10_5 (insolação).....	308
Quadro E7	Diagrama de impactos do cenário ENI_15_5 (insolação).....	309
Quadro E8	Diagrama de impactos do cenário ENI_20_5 (insolação).....	310
Quadro E9	Diagrama de impactos do cenário NNI_5_0 (insolação).....	313
Quadro E10	Diagrama de impactos do cenário NNI_10_0 (insolação).....	314
Quadro E11	Diagrama de impactos do cenário NNI_15_0 (insolação).....	315
Quadro E12	Diagrama de impactos do cenário NNI_16_0 (insolação).....	316

LISTA DE EQUAÇÕES

Capítulo 2

Equação 2.1	Iluminância.....	21
Equação 2.2	Tangente da altura solar.....	22
Equação 2.3	Conjunto de ângulos (G'') que satisfaz as diferentes orientações de testadas.....	23
Equação 2.4	Conjunto de ângulos (G'') encontrados no ábaco.....	23
Equação 2.5	Ângulos para a insolação e iluminação natural integrados através da relação (G).....	23
Equação 2.6	Fator de Luz Diurna.....	25
Equação 2.7	Fator de Luz Diurna Vertical.....	25
Equação 2.8	Fator de Luz Diurna Vertical mínimo	27
Equação 2.9	Distância D entre o ponto de referência até a edificação vizinha de altura H	34
Equação 2.10	Profundidade do ambiente que “enxerga” do céu (d).....	37
Equação 2.11	Área de Visão Desobstruída.....	38
Equação 2.12	Fator de Visão do Céu.....	41
Equação 2.13	Temperatura Neutra.....	50
Equação 2.14	Fator de Ponderação.....	50

Capítulo 4

Equação 4.1	Iluminância a partir da radiação difusa horizontal.....	98
--------------------	---	----

LISTA DE SIGLAS

AVD	<i>Área de Visão Desobstruída</i>
DFV	<i>Daylight Factor Vertical</i>
EIV	Estudo de Impacto de Vizinhança
FVC	Fator de Visão do Céu
FLD	Fator de Luz Diurna
FLDV	Fator de Luz Diurna Vertical
FP	Fator de Ponderação
IPUF	IPUF: Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis
JCP	Janela de Céu Preferível
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
OI	Objeto de Impacto
RSP	Radiação Solar Ponderada
RSP+	Radiação Solar Ponderada Positiva
RSP+M	Radiação Solar Ponderada Positiva Média
SVK	<i>Sky View Factor</i>
USGBC	<i>U.S. Green Building Council</i>
UVA	<i>Unobstructed Vision Area</i>

SUMÁRIO

Resumo.....	viii
Abstract.....	ix
Lista de figuras.....	x
Lista de tabelas.....	xviii
Lista de equações.....	xxi
Lista de siglas.....	xxii
Sumário.....	xxiii
1 Introdução.....	01
1.1. O Problema.....	01
1.2. Justificativa.....	06
1.3. Objetivos.....	14
1.3.1. <i>Objetivo Geral</i>	14
1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	14
1.4. Estrutura da Tese.....	15
2. Avaliação do acesso à iluminação natural e insolação no ambiente urbano....	16
2.1. Introdução.....	16
2.2. Caracterização dos fenômenos físicos.....	16
2.3. Técnicas específicas.....	18
2.4. Parâmetros de desempenho.....	19
2.4.1. <i>Iluminação natural</i>	20
2.4.1.1. <i>Iluminância</i>	21
2.4.1.2. <i>FLDV – Fator de Luz Diurna Vertical</i>	24
2.4.1.3. <i>Indicadores de Altura Admissível</i>	33
2.4.1.4. <i>Linha de “Não Visão” do Céu</i>	36
2.4.1.5. <i>AVD – Área de Visão Desobstruída</i>	38
2.4.1.6. <i>JCP – Janela de Céu Preferível</i>	39
2.4.1.7. <i>FVC – Fator de Visão do Céu</i>	41
2.4.2. <i>Insolação</i>	43
2.4.2.1. <i>Horas de Sol nas fachadas</i>	44
2.4.2.2. <i>Disponibilidade da luz solar</i>	46
2.4.2.3. <i>Radiação solar</i>	47
2.4.2.4. <i>RSP – Radiação Solar Ponderada</i>	49
2.4.2.5. <i>Ganho de calor solar</i>	52
2.5. Programas computacionais.....	55
2.5.1. <i>Apolux</i>	56
2.5.2. <i>CityZoom</i>	58
2.5.3. <i>Ecotect 2010</i>	60
2.5.4. <i>Desktop Radiance</i>	62
2.5.5. <i>IES Virtual Environment</i>	64
2.5.6. <i>Sun Tools Plug-in Sketchup</i>	66
2.6. Considerações finais.....	68
3. Abordagem da iluminação natural e insolação em Estudos de Impacto de Vizinhança realizados.....	71
3.1. Introdução.....	71

3.2. Estudos nacionais.....	71
3.2.1. <i>Empresas</i>	71
3.2.2. <i>Instituições</i>	73
3.3. Estudos internacionais.....	76
3.3.1. <i>Iluminação Natural</i>	77
3.3.1.1. <i>BRE</i>	77
3.3.1.2. <i>BRADA</i>	86
3.3.2. <i>Insolação</i>	88
3.3.2.1. <i>BRE</i>	88
3.3.2.2. <i>CEQA</i>	89
3.3.2.3. <i>COX/ATA</i>	90
3.3.2.4. <i>Estudos sem método</i>	90
3.4. Considerações finais.....	93
4. Metodologia.....	96
4.1. Introdução.....	96
4.2. Proposta de método para a avaliação de impactos de vizinhança.....	96
4.2.1. <i>Parâmetros de desempenho</i>	96
4.2.1.1. <i>Iluminação natural</i>	96
4.2.1.2. <i>Insolação</i>	102
4.2.2. <i>Técnica específica para análise</i>	106
4.2.3. <i>Procedimentos para a aplicação do método</i>	106
4.2.3.1. <i>Localização do OI – Objeto de Impacto</i>	106
4.2.3.2. <i>Área de abrangência dos impactos</i>	106
4.2.3.3. <i>Levantamento da área de abrangência</i>	109
4.2.3.4. <i>Modelagem dos edifícios</i>	109
4.2.3.5. <i>Simulações</i>	113
4.2.3.6. <i>Avaliação dos impactos</i>	115
4.2.3.7. <i>Medidas mitigatórias</i>	121
4.3. Aplicação do método.....	123
4.3.1. <i>Estudo piloto</i>	123
4.3.1.1. <i>Principais diferenças metodológicas em relação à proposta final</i>	124
4.3.1.2. <i>Vizinhança analisada</i>	125
4.3.1.3. <i>Aspectos metodológicos revistos após o estudo piloto</i>	128
4.3.2. <i>Cenários urbanos analisados</i>	130
4.3.2.1. <i>Cenários virtuais</i>	130
4.3.2.2. <i>Cenário real</i>	136
4.4. Considerações finais.....	143
5. Resultados e análises.....	145
5.1. Introdução.....	145
5.2. Estudo Piloto.....	145
5.3. Cenários virtuais.....	152
5.3.1. <i>Cenários homogêneos</i>	152
5.3.1.1. <i>Impactos relativos à iluminação natural</i>	152
5.3.1.2. <i>Impactos relativos à insolação</i>	176
5.3.1.3. <i>Considerações sobre os resultados dos cenários homogêneos</i>	203
5.3.2. <i>Cenários heterogêneos</i>	206
5.3.2.1. <i>Impactos relativos à iluminação natural</i>	206
5.3.2.2. <i>Impactos relativos à insolação</i>	218

5.3.2.3. <i>Considerações sobre os resultados dos cenários heterogêneos.....</i>	228
5.3.3. <i>Mitigação dos impactos adversos a partir dos cenários virtuais.....</i>	230
5.3.3.1. <i>Mitigação dos impactos causados por uma edificação.....</i>	230
5.3.3.2. <i>Mitigação dos impactos causados por todas as edificações da vizinhança.....</i>	237
5.4. <i>Cenário real.....</i>	239
5.4.1. <i>Impactos relativos à iluminação natural.....</i>	239
5.4.2. <i>Impactos relativos à insolação.....</i>	249
5.4.3. <i>Medidas mitigatórias.....</i>	255
5.5. <i>Considerações Finais.....</i>	258
5.5.1. <i>Considerações sobre a aplicação do método nos cenários virtuais.....</i>	258
5.5.2. <i>Considerações sobre a aplicação do método no cenário real.....</i>	259
5.5.3. <i>Considerações sobre a utilização de medidas mitigatórias.....</i>	260
6. Conclusões.....	261
6.1. <i>Introdução.....</i>	261
6.2. <i>Conclusões sobre o método.....</i>	261
6.3. <i>Conclusões sobre a aplicação do método.....</i>	263
6.3.1. <i>Conclusões sobre a aplicação nos cenários da pesquisa.....</i>	263
6.3.1.1. <i>Conclusões sobre os resultados dos cenários virtuais.....</i>	264
6.3.1.2. <i>Conclusões sobre os resultados do cenário real.....</i>	265
6.3.2. <i>Conclusões sobre a aplicação do método em estudos de impacto de vizinhança.....</i>	266
6.4. <i>Limitações da pesquisa.....</i>	267
6.5. <i>Recomendações para trabalhos futuros.....</i>	268
Bibliografia.....	270
Apêndices.....	280
Anexos.....	350

1. INTRODUÇÃO

1.1. O Problema

Diferentes são as causas que provocam o aumento no número de habitantes nas cidades. Independentemente dessas, este aumento influencia diretamente no processo de urbanização da maioria das cidades:

“(...) o processo de urbanização – a passagem de uma forma diluída de população para uma concentração em centros urbanos – é uma mudança que tem início e término, mas o crescimento das cidades não tem limite. Tal crescimento poderia continuar mesmo depois que toda a população estivesse vivendo nas cidades, simplesmente por um aumento vegetativo (DAVIS, 1982, p.15)”.

Com o aumento de habitantes, vegetativo ou não, lança-se, inevitavelmente, um grande desafio às cidades: prover condições mínimas para as pessoas residirem, trabalharem e/ou estudarem e se desenvolverem. Para tanto, é necessário a provisão adequada de infraestrutura, de equipamentos coletivos e de habitação, a (re)organização do espaço rural, a defesa e salvaguarda de zonas únicas, ou a proteção e valorização da paisagem – em síntese: a obtenção de um ambiente saudável e o alcance de um melhor nível de qualidade de vida (CORREIA, 1993).

Segundo Sjoberg (1982), o homem começou a viver em cidades há cerca de cinco mil e quinhentos anos. Entretanto, o autor salienta que a proporção da população humana concentrada em cidades não cresceu significativamente até meados do século XIX. Após esse período, a industrialização promoveu o crescimento das cidades européias que tiveram de combater as conseqüências do inchaço populacional. As moradias dessas cidades apresentaram-se como um dos piores problemas verificados:

“As casas são velhas, sujas e do tipo menor, as ruas são desiguais, cheias de buracos e em parte não calçadas e destituídas de canalização. Lixo, refugos e lodo nauseante são esparsos por toda a parte em enormes quantidades, no meio de poças permanentes, a atmosfera está empestada por suas

*exalações e turvada e poluída por uma dúzia de chaminés (...)
(BENÉVOLO, 1987, p.566).”*

As condições de vida em função do crescimento acelerado da população constituíram-se de um celeiro de idéias para a cidade em crise. Diante deste quadro, os primeiros passos do planejamento urbano foram dados através de planos visando o saneamento e embelezamento; os exemplos mais clássicos são Paris e Barcelona.

Esses planos influenciaram o planejamento de algumas cidades brasileiras, em virtude do incremento populacional acelerado ocorrido no século passado:

“O Brasil (...) apresentou intenso processo de urbanização, especialmente na segunda metade do século XX. Em 1940, a população urbana era de 26,3% do total. Em 2000 ela era de 81,2% (...). Trata-se de um gigantesco movimento de construção de cidade, necessário para o assentamento residencial dessa população bem como de suas necessidades de trabalho, abastecimento, transportes, saúde, energia, água etc. Ainda que o rumo tomado pelo crescimento urbano não tenha respondido satisfatoriamente a todas essas necessidades, o território foi ocupado e foram construídas as condições para viver nesse espaço. Bem ou mal, de algum modo, improvisado ou não, todos os 138 milhões de habitantes moram em cidades (MARICATO, 2001, p.16)”

Segundo dados do Ministério das Cidades (2004, p.20), no ano de 2004, 82% da população brasileira residia em cidades que representavam apenas 10% da área do território nacional (Figura 1.1).

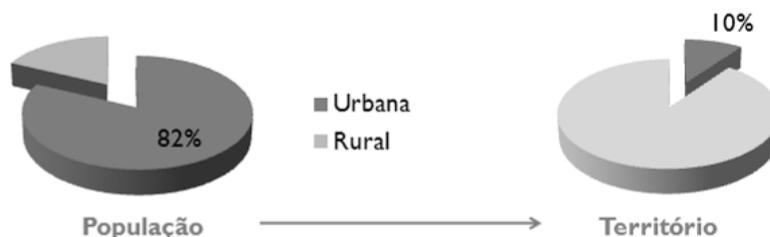


Figura 1.1: Gráfico da distribuição da população nas áreas urbanas e rurais baseado nos dados do Ministério das Cidades (fonte: MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004, p.20).

Foram diversos os fatores que causaram esse crescimento populacional. Segundo Argiles (2003, p.20), após a Segunda Guerra Mundial, ocorreu a intensificação

do processo de urbanização no Brasil, impulsionada pela expansão da participação industrial na economia nacional. Esse processo de urbanização acelerada, resultado das migrações de grandes massas de pessoas das áreas rurais e das pequenas cidades para as de grande porte, gerou uma demanda exacerbada de novas moradias (ROSSI, 1999, p.23).

As conseqüências desse processo de urbanização são verificadas nos dias atuais. Observam-se diferentes paradigmas se comparados à cidade industrial européia, mas igualmente pertinentes na definição de diretrizes para um planejamento preventivo e não curativo dos problemas urbanos.

Particularmente, os problemas ambientais ocorridos a partir da década de 1970 atingiram proporções mundiais. Segundo Ruano (1999, p.14), a crise do petróleo em 1979 despertou reflexões relacionadas à dependência de tal recurso não-renovável e impulsionou pesquisas de fontes energéticas alternativas. No mesmo período, o mundo se deparou com problemas tais como: a poluição e seus efeitos, a diminuição da camada de ozônio e o desmatamento das florestas tropicais como questões globais, que ultrapassam as barreiras territoriais (CAPOBIANCO, 1992, p.13).

Além das questões mundiais, outra de caráter nacional apresentou grande relevância. A crise energética brasileira em 2001 ocorreu devido às dificuldades de manutenção das reservas de água - resultado da escassez das chuvas - e em transportar a energia elétrica excedente de uma região para outra. Dessa forma, o governo adotou diversas medidas para a redução do consumo energético. Ressalta-se que medidas com o mesmo objetivo já tinham sido adotadas em outros países durante a crise do petróleo:

“Quando a França, por exemplo, entre 1973 a 1989 obteve uma economia de 42% no setor, por meio de uma legislação visando o uso racional desse insumo em suas edificações, o modelo francês passou a ser adotado em toda a Europa. No início dos anos 90 foi a vez dos EUA, tornar obrigatória a adoção de legislação para economia e uso racional de energia elétrica em edificações em todos os estados da federação, embora alguns já a possuíssem antes da obrigatoriedade (MEIRIÑO, 2004)”.

Atualmente, as cidades brasileiras constituem-se de um celeiro de idéias para o planejamento urbano, bem como a cidade industrial. O enfoque contemporâneo

são os problemas econômicos descritos acima nos âmbitos mundial e nacional, aliados às conseqüências do crescimento acelerado das cidades no século passado.

Na tentativa de reverter esse quadro, a adoção de medidas sustentáveis pode amenizar os impactos causados ao meio-ambiente, entre os quais os gastos energéticos também estão inseridos. Segundo o Relatório de Brundtland (1987), sustentabilidade consiste em suprir as necessidades da geração presente sem afetar a habilidade das gerações futuras de suprir as suas.

A possibilidade de se converter as cidades atuais em cidades sustentáveis apresenta-se bastante razoável em sua definição à medida que recursos naturais renováveis para redução do consumo energético sejam adotados. O planejamento urbano seria o primeiro passo para efetivá-la, embora isoladamente, seja insuficiente. A gestão urbana é condição necessária para que tais preceitos reflitam em melhorias na vida urbana, o que algumas vezes não se verifica:

“Como convém a um país onde as leis são aplicadas de acordo com as circunstâncias, o chamado Plano Diretor¹ está desvinculado da gestão urbana. Discurso pleno de boas intenções, mas distante da prática (MARICATO, 2000, p.125)”

O poder público se depara com diferentes interesses durante a confecção das legislações urbanísticas, como por exemplo, o Plano Diretor, citado anteriormente. As cidades são formadas por conjuntos de cidadãos que confrontam diariamente interesses individuais e interesses coletivos (SILVA, 2002). Em todas as ações existirão contradições que poderão ter um efeito adverso ou benéfico para a maioria da população.

O setor imobiliário é um dos que pressiona o poder público para que o solo urbano tenha maior “fertilidade”, ou seja, para que haja um incremento na área edificada visando maior lucro na negociação dos imóveis. Este incremento pode ser realizado através do aumento na altura ou taxa de ocupação dos edifícios. Neste sentido, há um aumento também na obstrução urbana dificultando o acesso à recursos naturais.

Novas edificações, com altura e taxas de ocupação adequadas ou não, são inseridas em vizinhanças urbanas que são caracterizadas pela área urbana contígua à

¹ Segundo Meirelles (1977, p.611) apud Ferrari (2004, p.280) caracteriza-se pelo complexo de normas legais e diretrizes técnicas para o desenvolvimento global e constante do município, sob os aspectos físico, social, econômico e administrativo, desejado pela comunidade local.

edificação (figura 1.2). De maneira sucessiva, cada edificação incorporada poderá gerar impactos positivos, negativos ou neutros nas demais edificações em relação ao acesso a recursos naturais renováveis. A iluminação natural e insolação são recursos dessa natureza. Ambos os recursos são provenientes do Sol, mas com características distintas na sua apropriação.

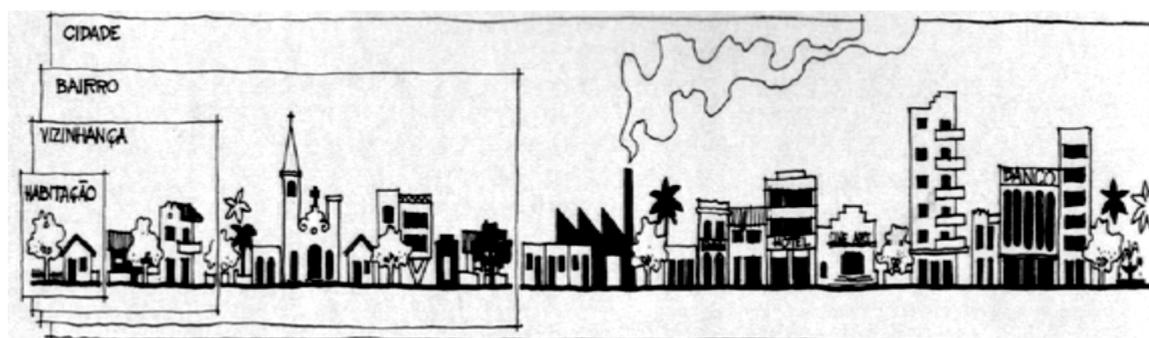


Figura 1.2: Diferentes escalas urbanas (fonte: SANTOS, 1988, p. 160).

A luz natural corresponde à parte visível do espectro da radiação solar. Ela se difunde na abóboda celeste sendo modificada de acordo com as condições dessa, como, por exemplo, o seu turvamento ou a presença de nuvens. Assim, a luz natural (direta do Sol ou indireta do céu) é modificada pelo ambiente urbano até incidir no ambiente interno, produzindo diferentes resultados que possibilitarão ou não a realização das atividades visuais. Por isso, compreender como a luz é modificada pelo ambiente urbano é importante:

“O recinto urbano está formado por diversos componentes físicos, produto do traçado de vias de circulação, da localização de edifícios, habitações e monumentos, equipamento público, presença de vegetação urbana, passeios, praças e jardins. Cada um desses elementos intervém na geração e distribuição de luz no ambiente urbano, de acordo com as características óticas de materiais e componentes que formam parte das superfícies de calçadas, passeios, fachadas, folhagem de árvores, veículos e pedestres (KIRSCHBAUM, 2006, p.16).”

Os diversos componentes físicos citados pelo autor modificam a luz que interceptará as aberturas até atingir os espaços internos. É importante ressaltar a dimensão temporal desses componentes que se transformam ao longo dos anos, dificultando o controle ao acesso a recursos naturais renováveis.

Além da importância da luz natural por questões visuais, faz-se necessário a compreensão do fenômeno da insolação. A radiação solar apresenta diferentes magnitudes para cada localidade geográfica, período do ano e horário do dia. Em relação ao conforto térmico humano, em algumas cidades brasileiras, principalmente no Sul do país, o ganho de calor pode ser desejável no inverno. Os objetos expostos à radiação solar (insolação) armazenam calor e o transferem ao longo do tempo auxiliando no aquecimento dos ambientes. Além disso, pode-se requerer o máximo dessa radiação para placas de aquecimento solar de água ou para a geração fotovoltaica de energia elétrica. Em ambos os casos, a obstrução ou não da vizinhança em relação às superfícies expostas à insolação influenciará na aquisição deste recurso.

A importância das variáveis ambientais aqui mencionadas – iluminação natural e insolação – aliada ao planejamento das cidades constituem-se o escopo dessa tese. Como explicitado anteriormente, à medida que uma edificação é inserida no ambiente urbano, a mesma impactará no acesso da vizinhança a essas variáveis. Visando investigar esta problemática, objetivou-se neste trabalho o desenvolvimento de um método para a avaliação dos impactos de edificações em vizinhanças urbanas com relação ao acesso aos recursos naturais renováveis de iluminação natural e insolação.

1.2. Justificativa

“Uma casa deve ser uma cidade – ou não é verdadeiramente uma casa; uma cidade deve ser como uma grande casa – ou não é verdadeiramente uma cidade” Aldo Van Eyck (2006)

A citação acima nos sugere que a cidade e a casa sejam análogas. As escalas são incomparáveis e, independentemente da analogia, é inegável que exista uma interdependência entre as partes. A casa relaciona-se diretamente com a cidade através de suas aberturas para o exterior; como elementos mais comuns para essa integração têm-se as portas e janelas. A paisagem é vista através da janela: diferentes tamanhos, proporções, composições e cores das construções têm o céu emoldurando a composição. O ambiente urbano criado por esta paisagem, juntamente com a caracterização da abóbada celeste local, horário e período do ano, transforma a disponibilidade de luz natural e insolação modificando a recepção destas nas edificações.

Na trajetória entre a fonte e os usuários dos espaços edificados, a energia solar intercepta diferentes “camadas ou peles”. Cada uma dessas camadas apresenta condições particulares de conforto ambiental produzidos por microclimas distintos. Segundo Lenzholzer (2006), o espaço urbano pode ser conceituado como a “quarta pele”, (ver a figura 1.3); a terceira camada que modifica os aspectos relacionados ao conforto ambiental é a edificação, seguidos de vestimenta e a própria pele humana.

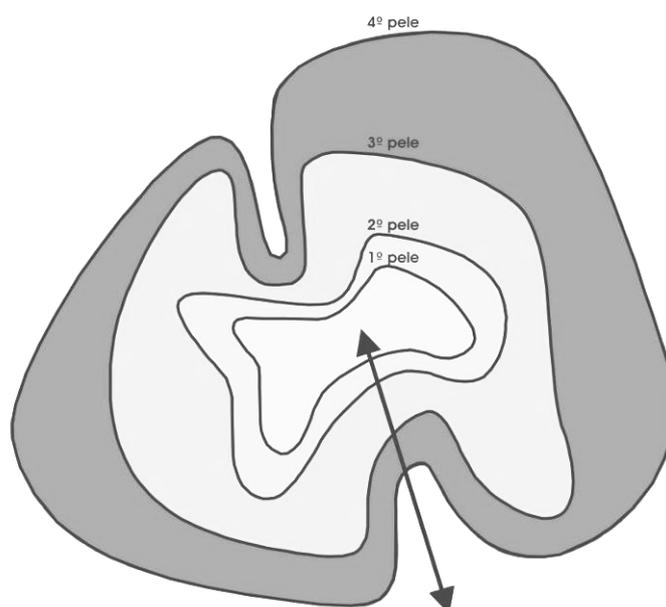


Figura 1.3: Concepção geral do modelo de camadas ou “peles” destacando o ambiente urbano (fonte: LENZHOLZER, 2006)

A primeira camada pode ser caracterizada pela pele humana que possui a função de proteger os órgãos internos. Por esta razão, ela apresenta diversos mecanismos de regulação frente às adversidades externas. A insolação influencia no ganho de calor dos materiais e na elevação da temperatura do ar. Quando esta influência é significativa, a evapo-transpiração auxiliará na redução da temperatura corporal. Do contrário, a pele humana apresentará vasoconstrição e arrepio dos pêlos para reduzir a perda de calor, mantendo a temperatura do corpo humano em sua temperatura normal, por volta de 37°C.

A luz natural também se relaciona com a primeira camada. Sabe-se que a exposição à luz solar traz benefícios à saúde humana. Um exemplo desses está relacionado à prevenção do distúrbio afetivo sazonal:

“(…) a iluminação natural produz quantidade e qualidade certas de luz para acionar o sistema circadiano. Entretanto o ciclo

humano dormir/acordar precisa ser sincronizado pela exposição regular de níveis de iluminação natural com correspondente exposição à escuridão da noite. A interrupção da intensidade, duração ou tempo de exposição à luz pode contribuir de fato para a fadiga, mudanças de humor como o Distúrbio Afetivo Sazonal e redução no desempenho comumente associado com o jet lag. Pessoas passam o dia em edifícios sem iluminação natural podendo portanto estar em uma “escuridão biológica”, contribuindo para a redução do desempenho (LESLIE, 2003).”

Análogas à pele são as vestimentas, consideradas a segunda camada protetora do organismo por complementar os mecanismos de regulação da pele humana, quando estes unicamente não são suficientes. Um exemplo comum é a utilização de roupas brancas em dias de calor acentuado; a reflexão da radiação solar é mais eficiente neste caso produzindo conforto térmico superior se comparado a uma roupa de cor escura.

A terceira camada diz respeito à edificação. Segundo Vasconcellos (1983), se fosse possível proteger o homem dos excessos da natureza por processos científicos eficientes, não haveria razão para que a construção de abrigos isolasse a humanidade do ambiente externo. A responsabilidade por esta camada está diretamente relacionada com a atividade profissional do arquiteto:

“O edifício constitui-se de um filtro ambiental entre usuários do espaço interno e os elementos presentes no meio exterior. Ele deve funcionar efetivamente em termos térmicos, iluminação e controle acústico; como projetistas podemos definir os limites do que é necessário proceder com relação ao desempenho humano fisiológico e psicológico definido por estas questões (BRANDON, 1984)”.

Além da necessidade desses limites serem definidos, o projeto arquitetônico deverá estar em conformidade com as legislações competentes para ser aprovado na prefeitura municipal. O código de obras, por exemplo, delibera a dimensão mínima de janelas necessária para diferentes ambientes internos em função do seu uso. Obviamente, as legislações que definem este tipo de limite, entre outros, se constituem

de grandes pressões, à medida que participam do projeto influenciando no processo criativo:

“No âmbito da arquitetura, os impulsos criativos que levam à definição da forma não ocorrem num plano de inteira liberdade de proposição, mas num plano onde também atuam influências e pressões, emanadas desde o conjunto de necessidades, aspirações e expectativas dos usuários até as regras a que se submete o projetista no seu trabalho. O arquiteto poderá, espontaneamente, filiar-se a uma corrente doutrinária que o influencia; mas está igualmente submetido a um conjunto de pressões, das quais não há como fugir. Ao lado da economia, a legislação urbanística constitui a mais efetiva dessas formas de pressão (...). O arquiteto que projeta com um olho na criação e o outro nas fórmulas do Plano Diretor – todos o fazem – nunca é o único autor da sua proposta. Às vezes, o art. “x” parágrafo “y” impõe uma alternativa indesejável ao projeto, indesejável, mas compulsória: dura lex, sed lex (SILVA, 1993, p.18)”.

Desta forma, tanto o projeto arquitetônico – atividade privada – quanto às legislações – regulamentação pública – conformam as variáveis da edificação que influenciarão o seu microclima interno. Assim como existem vestimentas (segunda camada) adequadas para cada clima, existem projetos de edificações adequados visando à garantia do conforto ambiental. Tão desconfortável quanto utilizar uma vestimenta apropriada para o inverno durante os meses de verão são as edificações projetadas sem o aproveitamento de recursos naturais renováveis de acordo com as necessidades climáticas locais.

A utilização destes recursos também se apresenta como uma opção em termos de economia de energia. No Brasil, pesquisas realizadas pelo PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica indicam que a iluminação artificial e o ar-condicionado correspondem a 70% do uso final da energia de edificações comerciais e públicas, chegando a 86% em bancos e escritórios. Nesses setores o gasto com iluminação artificial chega a 22% (comercial) e 23% (público) e o gasto com ar-condicionado a 47% (comercial) e 48% (público) (PROCEL-ELETROBRÁS, 2007). A iluminação natural pode proporcionar a redução no consumo

de iluminação artificial. Já a insolação pode, dependendo do clima, diminuir o consumo de calefação devido ao ganho de calor solar. Além dessas economias, a insolação pode ser aproveitada tanto para aquecer a água visando o uso doméstico como gerar energia através de painéis fotovoltaicos. O Brasil, por ser um país localizado na sua maior parte na região inter-tropical, possui grande potencial para aproveitamento de energia solar durante todo ano (CPTEC/INPE, 2006, p.10).

Como mencionado anteriormente, a terceira camada representada pela edificação, se projetada adequadamente em relação à insolação e iluminação, contribuirá significativamente ao conforto ambiental dos seus usuários, além da possibilidade de economia de energia. Entretanto, as estratégias utilizadas no projeto arquitetônico visando o conforto poderão não apresentar o desempenho esperado se essa edificação estiver localizada em um ambiente urbano excessivamente construído:

“A tendência ao adensamento e verticalização dos grandes centros urbanos acaba por comprometer o acesso das edificações ao Sol e à luz, muitas vezes com sérias conseqüências quanto a aspectos sanitários e de habitabilidade dos ambientes interiores. Entretanto, um outro aspecto importante também deve ser considerado, que é o relativo aumento do consumo energético das edificações para condicionamento artificial (tanto térmico, quanto luminoso), devido à progressiva piora das condições ambientais externas da cidade (ASSIS, 2002, p.991)”.

Assim, o ambiente urbano representa a quarta camada e as suas características naturais e construídas influenciarão na obstrução das edificações. Nesse sentido, o planejamento e a gestão urbanos ao longo do tempo são fundamentais para definir os limites desta ocupação. Entretanto, é importante salientar que existem diferenças na garantia da iluminação natural e insolação. Obstruções urbanas excessivas reduzem a visão da abóboda celeste dificultando o acesso à iluminação natural; além disso, estas obstruções também podem sobrepor-se às trajetórias aparentes do Sol, que ocupam parte da abóboda celeste, prejudicando a insolação.

Especialmente na última década, passou-se a observar no Brasil mudanças na legislação referente ao sistema de planejamento das cidades. O Ministério das Cidades aprovou em 2001 a Lei Federal nº 10.257, denominada Estatuto da Cidade

(BRASIL, 2001). A lei consiste em estabelecer normas de ordem pública e interesse social que regulem o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental. Para atingir tais objetivos, o Estatuto apresenta diversos instrumentos urbanísticos, como o estudo de impacto de vizinhança (EIV). Esse estudo deve ser executado de forma a contemplar os efeitos positivos e negativos do empreendimento ou atividade quanto à qualidade de vida da população residente na área e em suas proximidades. Entre os itens mínimos a serem avaliados encontra-se a iluminação. Trata-se de uma questão atual e pertinente à medida que o próprio poder público está tomando as rédeas do processo de crescimento urbano trazendo a iluminação natural como importante quesito na configuração do espaço urbano, onde novas edificações serão construídas.

Entretanto, tanto esse quanto os demais itens são descritos pelo Estatuto da Cidade, mas não caracterizados. O único documento acessível que contém informações mais detalhadas chama-se “Estudo de Impacto de Vizinhança”, produzido pelo Ministério Público Federal em 2008 (MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL, 2008). Nesse documento, o item “iluminação” inclui aspectos relativos à insolação, havendo equívoco no próprio entendimento dos fenômenos que, embora advenham da mesma fonte, são significativamente diferentes.

Após o advento do Estatuto da Cidade, o EIV vem sendo incorporado gradativamente nos Planos Diretores das cidades. Atualmente, um dos maiores problemas verificados é a baixa qualidade dos métodos empregados para a avaliação dos impactos relativos aos itens mencionados na Lei. Dessa forma, conclui-se que a avaliação desses estudos também não é feita adequadamente pelos técnicos das prefeituras municipais, constituindo-se apenas de mais um documento para a aprovação do projeto arquitetônico.

Em 2008 foi realizado em Porto Alegre o primeiro Seminário no país sobre Estudo de Impacto de Vizinhança. Na ocasião, o quesito iluminação natural foi discutido por alguns palestrantes que reconheceram a sua grande importância no espaço urbano. Entretanto, a falta de conhecimento na área foi também comentada. Um dos palestrantes, Antonio Cláudio M. L. Moreira, citou que quando se discute a iluminação no ambiente urbano “atua-se no campo do desconhecido” (MOREIRA, 2008).

Apesar do desconhecimento, pesquisas realizadas no cenário internacional sobre o tema (descritas nos capítulos 3) identificaram alguns estudos mais adequados,

provenientes principalmente Inglaterra. Entretanto, alguns procedimentos metodológicos não são adequados e a utilização de parâmetros adaptados ao clima local não são indicados para a sua aplicação no caso brasileiro.

A utilização de procedimentos adequados e a considerações das variedades climáticas presentes em todo o território brasileiro foram consideradas na metodologia utilizada nesta pesquisa.

A figura 1.4 ilustra esquematicamente a metodologia. No instante em que uma edificação é construída, ela se porta como um objeto de impacto (OI), pois altera o acesso à insolação e iluminação natural em sua vizinhança. A alteração poderá produzir impactos positivos, negativos ou neutros. Os mesmos foram avaliados a partir do desenvolvimento do método proposto contendo parâmetros de desempenho e técnicas específicas de análise para os dois recursos naturais.

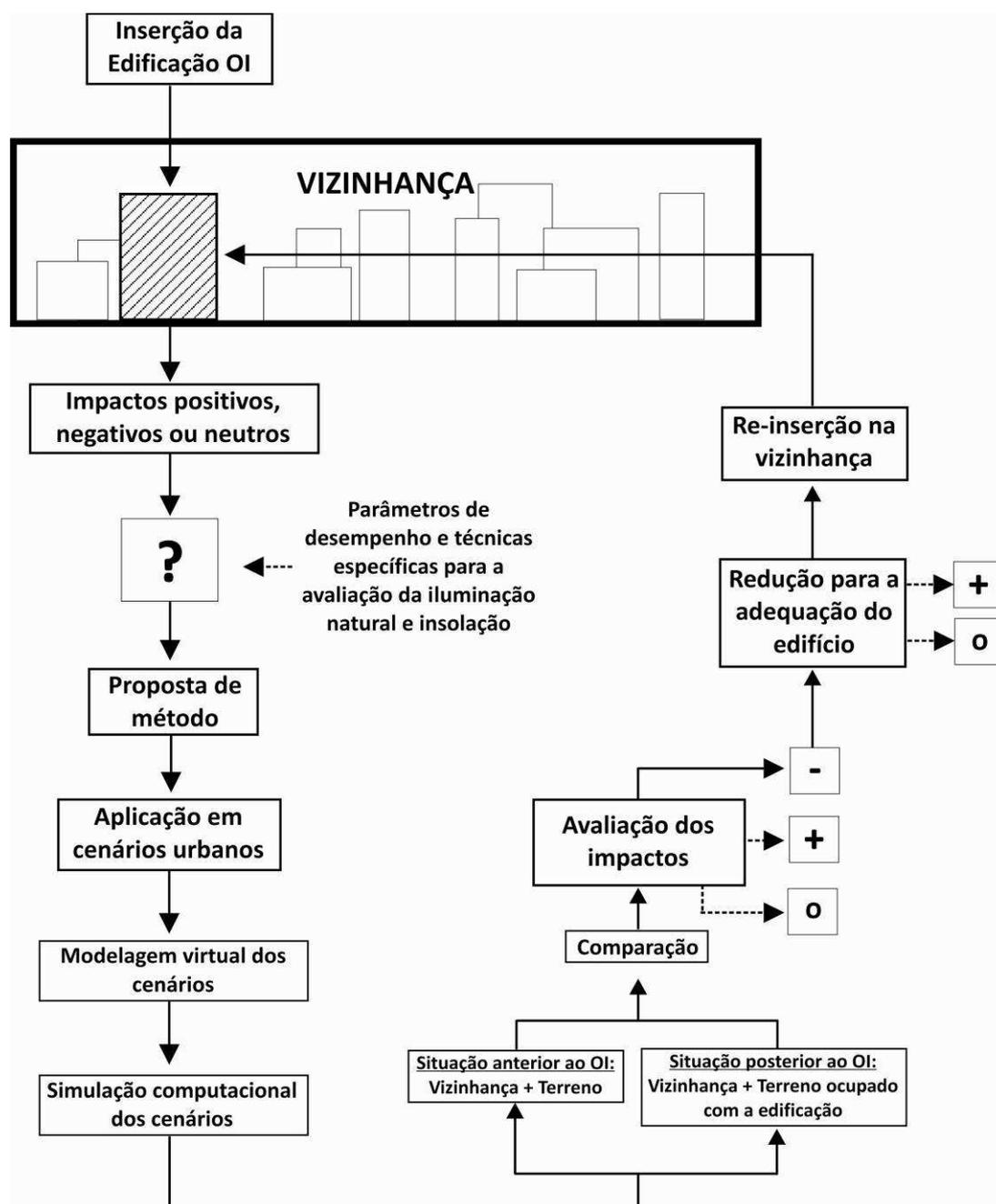


Figura 1.4: Esquema simplificado da metodologia adotada na pesquisa

A aplicação do método foi realizada em duas categorias de cenários urbanos virtuais. Inicialmente, foram desenvolvidos cenários virtuais compostos por edificações de maneira homogênea e heterogênea em parcelamentos regulares e alternados. Em seguida, baseado nos resultados dos cenários virtuais, escolheu-se um objeto de impacto real para a avaliação.

A análise dos impactos nos cenários foi realizada através da comparação da situação anterior e posterior à presença do OI, através da modelagem e simulação da vizinhança nessas situações. Havendo impactos negativos, esses devem ser reduzidos e/ou eliminados para que a edificação seja inserida adequadamente na vizinhança.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo Geral

O objetivo desta tese é a proposição de um método para a avaliação dos impactos de edificações em vizinhanças urbanas com relação ao acesso aos recursos naturais renováveis de iluminação natural e insolação.

1.3.2. Objetivos Específicos

Para a proposição do método, os seguintes objetivos específicos foram instituídos:

- Estabelecer parâmetros de desempenho e técnicas específicas para a avaliação do impacto de vizinhança de uma edificação (objeto de impacto) sobre a iluminação natural e insolação das demais;
- Propor a integração de parâmetros de desempenho para estudos de impacto de vizinhança sobre a iluminação natural e insolação através de ferramenta computacional;
- Aplicar o método proposto para a avaliação dos impactos de vizinhança sobre a iluminação natural e insolação em cenários urbanos reais e virtuais;
- Elaborar recomendações/modificações para a redução de impactos negativos gerados por edificações em sua vizinhança nos cenários urbanos simulados mais significativos.

1.4. Estrutura da Tese

A tese está estruturada em 6 capítulos:

- Capítulo 1: Introdução

Refere-se à exposição do problema, justificativa, objetivos da pesquisa e a estrutura de organização da tese.

- Capítulo 2: Avaliação da iluminação natural e insolação no ambiente urbano

Aborda aspectos essenciais para a avaliação da iluminação natural e insolação no ambiente urbano: suas técnicas específicas, seus parâmetros de desempenho e exemplos de programas computacionais frequentemente utilizados para a avaliação destes recursos naturais.

- Capítulo 3: Abordagem da iluminação natural e insolação em estudos de impacto de vizinhança realizados

Neste capítulo são apresentados estudos de impacto de vizinhança realizados no âmbito nacional e internacional.

- Capítulo 4: Metodologia

Refere-se à proposta de método para a avaliação dos impactos de edificações urbanas sobre a iluminação natural e insolação da vizinhança. Nele estão descritos os parâmetros de desempenho determinados, a técnica específica adotada e os procedimentos necessários para a aplicação do método. Além disso, apresentam-se os resultados obtidos no estudo piloto e os cenários urbanos escolhidos para a pesquisa.

- Capítulo 5: Resultados e discussão

Aborda os resultados da aplicação do método nos cenários urbanos e as principais discussões.

- Capítulo 6: Conclusões

No último capítulo são apresentadas as conclusões gerais, limitações do trabalho e recomendações para trabalhos futuros.

2. AVALIAÇÃO DO ACESSO À ILUMINAÇÃO NATURAL E INSOLAÇÃO NO AMBIENTE URBANO

2.1. Introdução

Este capítulo refere-se à caracterização da iluminação natural e insolação, à descrição das técnicas específicas de análise, ao detalhamento dos parâmetros de desempenho consultados na literatura específica e à apresentação de programas computacionais com potencial para a utilização em Estudos de Impacto de Vizinhança (figura 2.1).



Figura 2.1: Estrutura do capítulo 2

2.2. Caracterização dos fenômenos físicos

A radiação solar que atravessa a atmosfera e atinge a superfície da Terra distribui-se pelas três regiões do espectro eletromagnético (THORNDIKE, 1979 apud MORAES, 1999): radiação ultravioleta (1 a 5%), radiação visível (41 a 45%) e radiação infravermelha (52 a 62%) (figura 2.2).

Apenas uma parte desta energia radiante - radiação visível - é percebida pelo olho humano; sendo denominada "luz". Já o fenômeno da insolação é proveniente da radiação infravermelha de onda curta.

A luz natural que incide no ambiente urbano é composta por três componentes: luz direta do Sol, luz difundida na atmosfera (abóbada celeste) e a luz refletida no entorno. Segundo Pereira (1995, p.10), a luz direta do Sol se comporta como uma intensa fonte colimada, proporcionando uma iluminância de 60 a 110 klx no plano horizontal, o que pode ser de 10 a 15 vezes a iluminação proporcionada pela abóbada celeste em caso de céu encoberto.

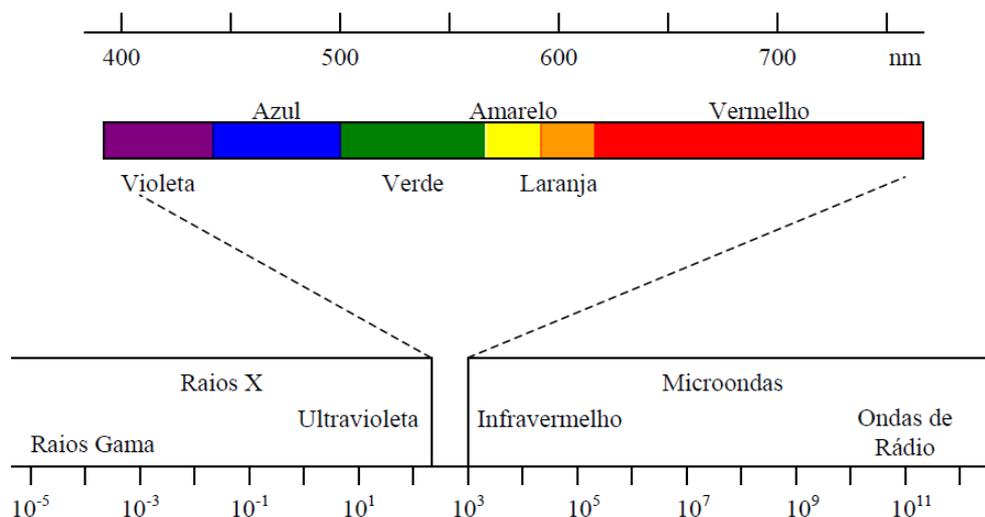


Figura 2.2: Espectro solar (comprimentos de onda em nanômetros)
(fonte: PEREIRA & SOUZA, 2000, p.9)

A luz também é difundida na atmosfera, usualmente denominada de abóbada celeste. Esta difusão será influenciada pelo tipo de céu, determinado pelas características da abóbada. Atualmente, a Comissão Internacional de Iluminação (CIE) classifica em 15 os tipos de céu, variando entre céu claro e totalmente encoberto. Algumas pesquisas utilizam o céu encoberto por se tratar da pior condição de disponibilidade de iluminação natural.

A luz refletida no entorno dependerá da configuração geométrica do mesmo e da refletância das superfícies determinada pelas suas cores. Pereira (2009, p.85) demonstrou em suas pesquisas que, para uma condição de céu real, a contribuição da iluminação do entorno em ambientes internos está na ordem de 15,4% e 37%.

Em relação à insolação, suas parcelas são divididas em componente direta e difusa, sendo a primeira a radiação mais intensa, portanto mais influente na energia térmica incidente. A intensidade da radiação direta dependerá da altitude solar e do ângulo de incidência dos raios solares em relação à superfície receptora e da transparência atmosférica.

As trocas de energia (luz e calor) entre os meios exterior e interior dependerão das propriedades dos materiais construtivos envolvidos. A radiação solar incidente em uma superfície qualquer se divide em parcelas refletida (ρ), absorvida (α) e transmitida (τ), que podem variar conforme o comprimento de onda da energia radiante.

2.3. Técnicas específicas

A análise da iluminação natural e insolação em ambientes urbanos pode ser feita através de diferentes técnicas específicas. Nesta pesquisa foram apreciadas apenas as que consideram a parcela incidente destes recursos sem avaliar a interação entre as superfícies visando a simplificação do método proposto. Entretanto, cabe salientar que esta interação poderá provocar a alteração do valor desta parcela.

As principais técnicas pesquisadas foram divididas em dois grupos, baseando-se na classificação de Littlefair (1998): Visibilidade/obstrução e estudos de sombras (figura 2.3).

O primeiro grupo refere-se à técnica de representação da visibilidade/obstrução do entorno de um determinado ponto de análise (máscara), sendo utilizada tanto para iluminação natural quanto para insolação. Este grupo é subdividido em duas partes: a primeira emprega ângulos limitantes da obstrução urbana e a segunda utiliza diagramas de trajetória solar aparente.

A primeira parte de técnicas do grupo de representação da visibilidade/obstrução é composta por: critério angular simples, zona angular e envelope solar¹. O critério angular simples é determinado por um ângulo vertical ou horizontal, a zona angular pela composição de ângulos verticais e horizontais e o envelope solar por três ou mais ângulos verticais, dependendo do número de arestas do lote considerado. O critério angular simples e a zona angular são aplicados no edifício de interesse visando o seu próprio benefício; já o envelope solar limita a ocupação no terreno de forma a não impedir o acesso à iluminação natural e insolação das edificações contíguas a ele.

¹ Volume máximo que a edificação poderá ocupar configurado por superfícies traçadas a partir das divisas dos lotes.

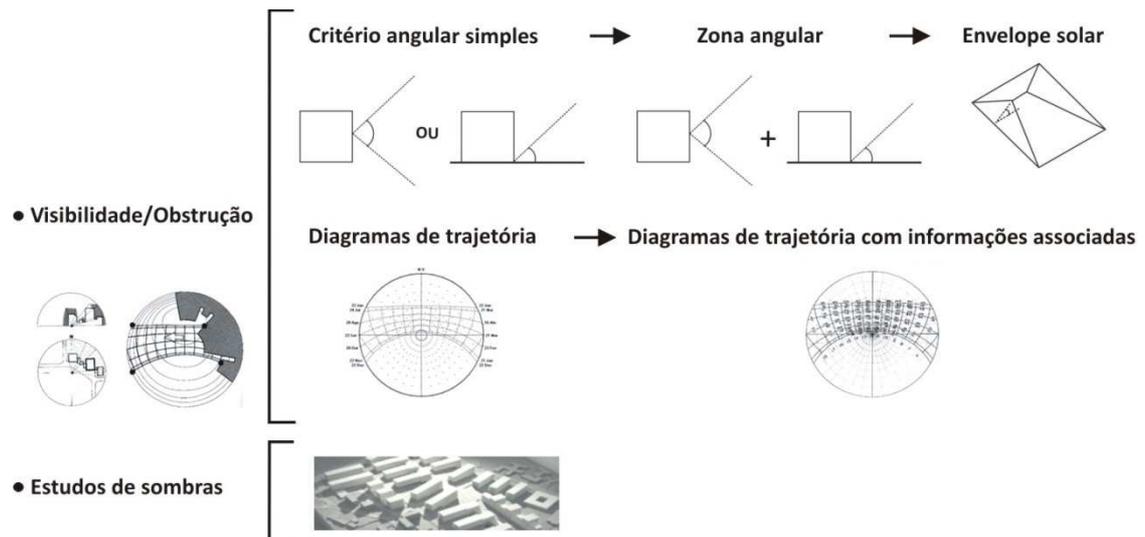


Figura 2.3: Técnicas específicas para análise da iluminação natural e insolação em ambientes urbanos (fonte: baseado em LITTLEFAIR, 1998).

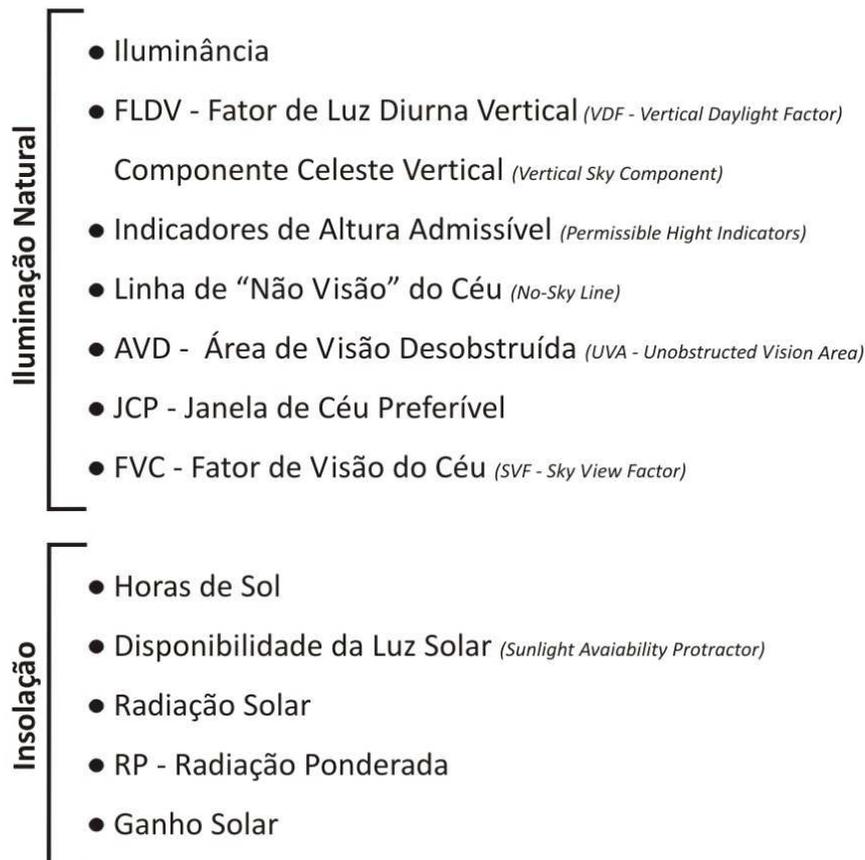
A segunda parte refere-se aos diagramas de trajetória solar aparente. Em sua aplicação mais simples pode-se avaliar a influência das obstruções urbanas no acesso à insolação em um ponto de análise. Os diagramas de trajetória podem também estar associados a parâmetros de iluminação natural ou insolação. Um exemplo é a Radiação Solar Ponderada que indica o grau de desejabilidade da radiação solar para cada hora em uma determinada localidade.

Os estudos de sombra – segundo grupo - baseiam-se na determinação de um dia e hora do ano ou mais para a verificação das sombras na vizinhança, ou seja, são aplicáveis apenas para análises de insolação. O comprimento e direção das sombras são configurados por ângulos solares, altura solar e azimute, diferentes para cada latitude. Atualmente muitos programas do tipo CAD possuem rotinas para a simulação automática de sombras.

Os dois grupos de técnicas especificados são empregados na análise de diferentes parâmetros de avaliação da iluminação natural e insolação, podendo ser realizada de maneira gráfica ou computacional. O detalhamento dos principais parâmetros pesquisados estão detalhados a seguir.

2.4. Parâmetros de desempenho

Os principais parâmetros de desempenho referentes à iluminação natural e insolação, detalhados a seguir, estão listados abaixo.



2.4.1. Iluminação Natural

São sete os parâmetros de desempenho da iluminação natural. Abaixo estão listados os seus principais autores. Alguns deles foram originados de outros parâmetros, conforme se observa no esquema da figura 2.4.



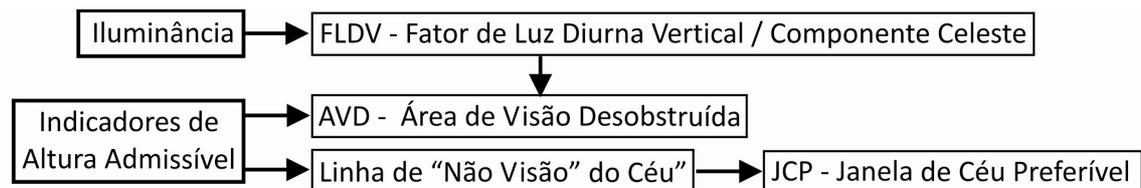


Figura 2.4: Parâmetros de iluminação natural e suas evoluções a partir dos demais

2.4.1.1. Iluminância

A iluminância (E) pode ser descrita como a densidade superficial do fluxo luminoso (Φ) incidente numa superfície (A) (equação 2.1). A unidade no sistema internacional é lúmen/m² ou lux (lx).

$$E = \frac{\Phi}{A} \quad \text{Equação 2.1}$$

Esta é a grandeza fotométrica básica utilizada para caracterizar as condições de iluminação em ambientes internos visando a garantia do desempenho visual. Seu valor médio mínimo em planos de trabalho é verificado em normas nacionais e internacionais (ex. norma brasileira NBR 5413/1992 – Iluminância de interiores e norma britânica ISO-CIE 8995/2002² – Iluminação para espaços de trabalho).

A probabilidade de ocorrência de iluminâncias internas foi adotada por Assis et al (1995) para a determinação dos recuos e volumetria dos edifícios de Belo Horizonte em parceria com SMAU – Secretaria Municipal de Atividades Urbanas. O interesse pela pesquisa surgiu através da tendência ao adensamento e verticalização da cidade resultando no descumprimento dos requisitos mínimos de acesso ao Sol e à luz natural por edifícios residenciais.

Os critérios adotados para a análise da insolação e iluminação natural foram baseados em ALUCCI (1986) e MORETTI (1993) os quais realizaram pesquisas referentes à adequação de empreendimentos habitacionais. Os autores consideraram como adequado o mínimo de uma hora de insolação durante o solstício de inverno para o quadrante Norte (orientações de Leste a Oeste no sentido anti-horário) e no mínimo 150 lux de oito às dezesseis horas durante 80% do ano para os ambientes internos.

² ISO-CIE 8995/2002. *Lighting of Indoor Work Places.*

Para relacionar os critérios descritos, adotou-se um modelo matemático baseado na relação trigonométrica a partir do ângulo de altura solar (α) (equação 2.2 e figura 2.5). A relação entre recuo (R) e altura (H) do edifício é dada por:

$$\text{Tg } \alpha = H/R \quad \text{Equação 2.2}$$

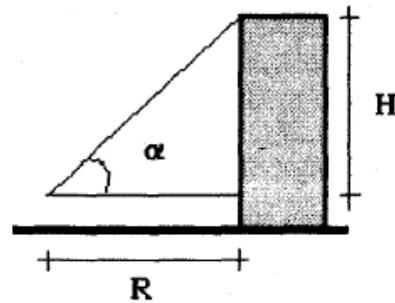


Figura 2.5: Relação trigonométrica adotada (fonte: ASSIS et al, 1995)

Foram utilizados dois casos para aplicação deste modelo: um considerando a situação crítica de uma edificação térrea com recuo lateral de 1,5m fazendo limite com uma vizinhança já ocupada (figura 2.6a) e outro para lotes localizados na esquina considerando a largura da via (figura 2.6b).

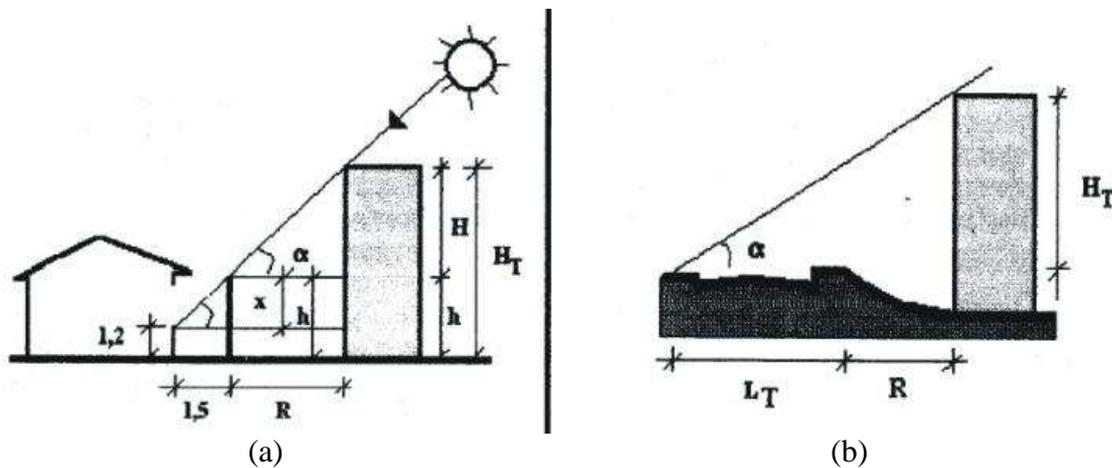


Figura 2.6: Duas situações consideradas na pesquisa (fonte: ASSIS et al, 1995)

O método utilizado para a análise da insolação em Belo Horizonte foi a classificação estatística das orientações mais usuais em função do zoneamento urbano. As orientações mais frequentemente encontradas foram 15°, 40°, 75° e 90°, considerando apenas o quadrante Norte.

Desta forma, definiu-se o conjunto de ângulos (G'') que satisfaz as diferentes orientações de testadas encontradas na cidade através da equação 2.3:

$$G'' = \{\alpha: 0^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ, 50^\circ, 60^\circ, 70^\circ, 85^\circ\} \quad \text{Equação 2.3}$$

Para análise da iluminação natural estabeleceu-se uma distância mínima entre edificações (R) em função da altura da edificação a ser implantada (H) e de um ângulo de gabarito (α) posicionado no peitoril da janela do primeiro pavimento da edificação vizinha, a partir da equação trigonométrica simples. Este ângulo é obtido de um ábaco, cujos dados de entrada são a eficiência luminosa da abóbada celeste local e a relação entre a área do piso dos ambientes da edificação (ASSIS et al, 1995).

O conjunto de ângulos (G'') encontrados no ábaco variou segundo a equação 2.4 (para iluminância horizontal de 26.400 lux):

$$G'' = \{\alpha: 0^\circ \leq \alpha \leq 52^\circ 30', 55^\circ, 62^\circ 30'\} \quad \text{Equação 2.4}$$

A partir dos ângulos encontrados para a insolação e iluminação natural obteve-se a integração através da relação (G), onde α representa o ângulo de altura solar:

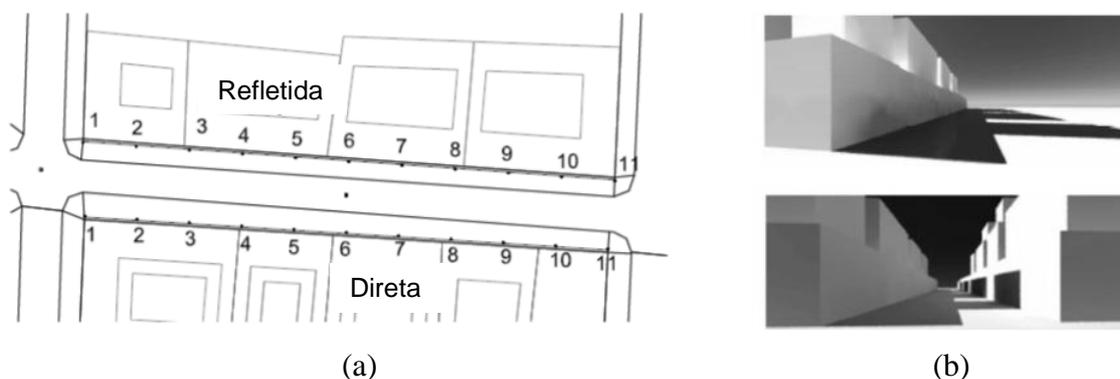
$$G = \{\alpha: 0^\circ \leq \alpha \leq 62^\circ 30'\} \text{ caso limite } G = \{\alpha: 0^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ\} \quad \text{Equação 2.5}$$

Os autores atentam para as limitações do modelo matemático utilizado, pois se trata de uma generalização dos ângulos das testadas dos lotes mais frequentes, não abarcando todas as condições reais verificadas. Apesar deste problema, segundo os autores, a generalização é mais aceita pela comunidade de construtores locais, facilitando a gestão política do processo para a aprovação do projeto de lei.

Além da iluminância interna, algumas pesquisas utilizam a iluminância externa, como Córlica et al (2002). Neste exemplo, o objetivo foi analisar a influência da reflexão das edificações em cânions urbanos. Como objeto de estudo utilizou-se um trecho de rua edificado em Mendonza com a maior densidade edilícia permitida pelo Código Urbano de Edificações. O cenário escolhido foi simulado através do programa *Radiance* e analisado para três tipos de refletâncias nas fachadas representadas pelas cores branca, bege e cinza. Além disso, três tipos de largura viária foram consideradas – dezesseis, vinte e trinta metros.

Para se efetuar a análise do objeto de estudo, utilizaram-se dois tipos de simulações para as combinações de largura viária e refletâncias. Realizaram-se duas simulações, contendo e não edificações em um lado da via (figura 2.7). Desta forma, pôde-se verificar a influência destas edificações na reflexão da luz nas fachadas frontais a esta ocupação.

Quanto menor a largura viária, maior o sombreamento verificado no cânion urbano em questão. Além disso, as diferentes cores utilizadas revelam a importância na reflexão da luz nas fachadas frontais; os valores de iluminância oscilam entre 2000 e 4000 lux para a cor cinza, 6000 e 8000 lux para bege e em torno de 10000 lux para branca. Cabe salientar que a contribuição na iluminação advinda das fachadas também varia à medida que a largura viária aumenta.



Figuras 2.7: A figura “a” apresenta a planta esquemática da rua estudada e a “b” as ocupações simuladas para posterior análise (fonte: CÓRICA et al, 2002)

Neste caso, a iluminância externa foi utilizada como parâmetro de comparação. Entretanto, esta iluminância não se apresenta como um parâmetro adequado para que sejam definidos níveis mínimos de luz incidentes em fachadas. Isto ocorre pelo fato da disponibilidade das fontes (Sol e céu) variarem consideravelmente ao longo do dia e ano.

2.4.1.2. FLDV – Fator de Luz Diurna Vertical

O Fator de Luz Diurna (FLD) foi utilizado inicialmente como parâmetro para a análise da iluminação natural em ambientes internos. O mesmo é caracterizado pela relação em porcentagem da iluminância em determinado ponto interno (E_i) e em

um plano horizontal externo (E_{he}) (equação 2.6) considerando o céu encoberto (sem a luz direta do sol). O plano horizontal externo é considerado livre de obstruções.

$$\mathbf{FLD} = \left(\frac{E_i}{E_{he}} \right) \cdot 100 \quad \text{Equação 2.6}$$

Onde:

FLDV = Fator de Luz Diurna Vertical (%)

E_i = Iluminância em determinado ponto interno [lx]

E_{he} = Iluminância em um plano horizontal externo [lx]

Valores médios de FLD para ambientes internos são recomendados em normas e guias britânicos (ex. guias da CIBSE³) para diferentes tipos de ambientes (cozinhas, salas, quartos, etc). Segundo Ng (2003), a utilização de valores médios para este parâmetro constitui-se uma das ferramentas de projeto mais populares na Inglaterra.

O Fator de Luz Diurna Vertical (FLDV) tem sido utilizado recentemente como um parâmetro para justificar a provisão de iluminação natural nos edifícios (LI et al, 2009) no ambiente urbano. O referido parâmetro é definido como a relação em porcentagem da iluminância em uma superfície vertical de um edifício com a iluminância horizontal externa (E_{he}) (equação 2.7), excluindo a luz direta do Sol (HKSAR, 2003 apud LI et al, 2009). A porção incidente considera a luz do céu (E_c), a luz refletida dos edifícios da vizinhança (E_{re}) e do piso (E_{rp}) (LI et al, 2009):

$$\mathbf{FLDV} = \left(\frac{E_c + E_{re} + E_{rp}}{E_{he}} \right) \cdot 100 \quad \text{Equação 2.7}$$

Onde:

FLDV = Fator de Luz Diurna Vertical (%)

E_c = Iluminância proveniente da luz do céu [lx]

E_{re} = Iluminância proveniente da reflexão dos edifícios [lx]

E_{rp} = Iluminância proveniente da reflexão do piso [lx]

E_{he} = Iluminância em um plano horizontal externo [lx]

Visando investigar o valor mínimo de referência do FLDV requerido no ambiente urbano para a realização de atividades visuais em ambientes internos, Ng

³ Chartered Institution of Building Services Engineers

(2003) realizou uma pesquisa integrando entrevistas e modelos de estudos simulados computacionalmente. Doze conjuntos residenciais da cidade de Hong Kong foram selecionados por possuírem elevada densidade construída. Foram obtidos os valores de FLDV para as aberturas, além da aplicação de questionário aos moradores. Os valores que demonstraram a maior satisfação das pessoas em relação à iluminação natural foram 4% para cozinhas e 8% para os demais ambientes dos apartamentos. Segundo Ng (2003), os resultados da pesquisa indicaram que estes valores mínimos aceitos pela população da cidade são bastante reduzidos se comparado a outras referências internacionais.

Uma dessas referências é a pesquisa de Littlefair (1991) realizada com a mesma finalidade. Entretanto, inicialmente, como parâmetro para a iluminação natural, o autor determinou a obstrução máxima recomendada para o Reino Unido (figura 2.8).

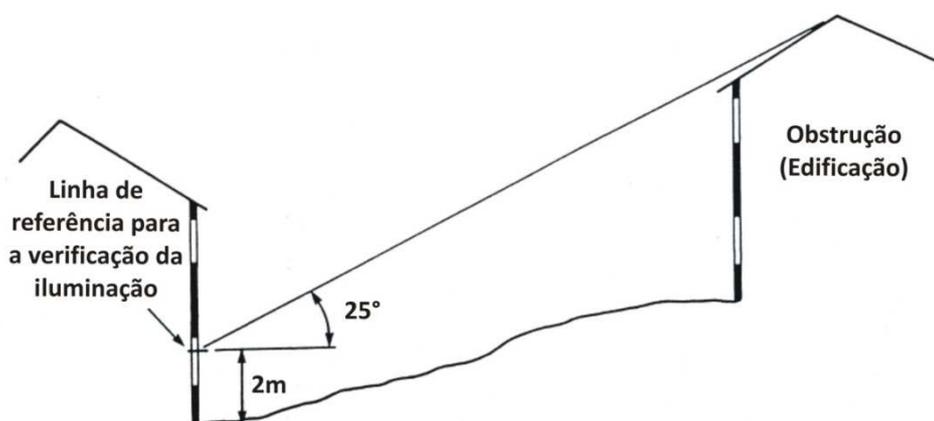


Figura 2.8: Critério de obstrução máxima determinado por Littlefair (fonte: LITTLEFAIR, 1991)

A partir deste ângulo, determinou-se o valor de 27% para o FLDV correspondente a porção de céu desobstruída. Este valor corresponde ao mínimo de FLDV que as fachadas devem receber para a realização de atividades visuais no espaço interno. Em pesquisa posterior (Littlefair, 2001), o autor determinou um método visando a obtenção do FLDV para outras latitudes, a partir da iluminância horizontal externa difusa tendo o valor de 27% para Londres como referência. Define-se, a partir da iluminância referida, o valor que representa 70% de frequência de ocorrência. No caso de Londres este valor é de 6,3 klx; para 27% de FLDV tem-se, proporcionalmente, 1,7 klx. Em seguida, o valor da iluminância horizontal externa do local desejado com a

freqüência de 70% deve ser obtida para a determinação do FLDV mínimo através de uma regra de três, conforme a equação 2.8 (exemplos de valores na tabela 2.1).

$$\text{FLDV} = \left(\frac{1,7}{E_{h>70}} \right) \cdot 100 \quad \text{Equação 2.8}$$

Onde:

FLDV = Fator de Luz Diurna Vertical (%)

$E_{h>70}$ = Iluminância horizontal externa com freqüência de 70% [klx]

Tabela 2.1: Ângulos de obstrução máxima e componente celeste vertical para diferentes latitudes (fonte: adaptado de LITTLEFAIR, 2001)

Localidade	Latitude	Iluminância horizontal difusa excedida em 70% do tempo (klx)	Componente celeste vertical requerida (%)
Bergen	60.4°N	4.5	38
Lund	55.7°N	5	34
London	51.5°N	6.3	27
Braunschweig	51.4°N	6.5	26
Trappes	48.8°N	7	24
Athens	38°N	9.5	18

Littlefair (2001) também propôs o Indicador de Luz do Céu obtido através do programa Townscope, que funciona de maneira similar às máscaras de visibilidade/obstrução. Cada cruz do Indicador desobstruída representa 0,5% de FLDV (figura 2.9).

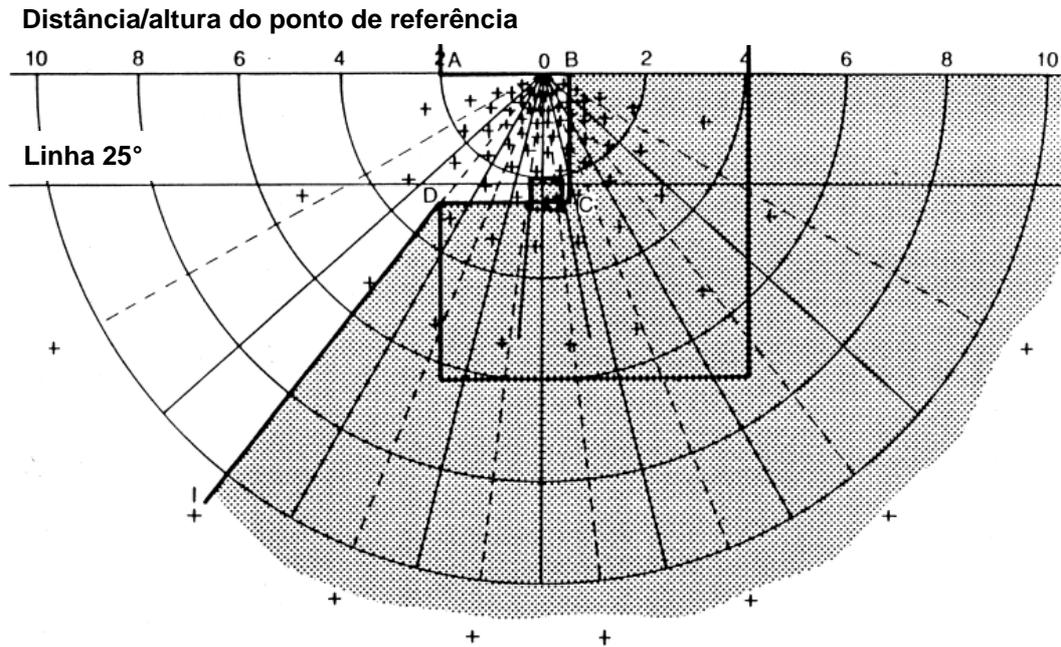


Figura 2.9: Indicador de Luz do Céu (fonte: LITTLEFAIR, 2001)

Littlefair (1991) também sugeriu em anos anteriores a verificação do parâmetro FLDV através do Diagrama de Waldram (figura 2.10). Cada centímetro quadrado do diagrama em escala corresponde a 0,1% de FLDV.

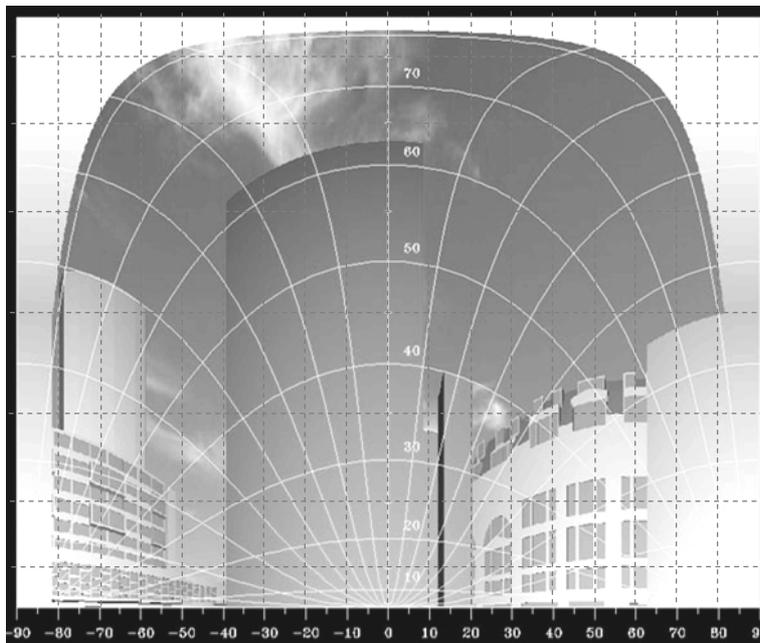


Figura 2.10: Exemplo de Diagrama de Waldram

(fonte: http://www.waterslade.com/services/daylight_sunlight/sunlight_availability.htm)

Tregenza (2001) utilizou um formato gráfico similar ao do Indicador de Luz do céu para a verificação do FLDV denominada pelo autor de Componente Celeste Vertical. O objetivo do referido parâmetro é quantificar a parcela de luz natural que incide nas fachadas dos edifícios através da técnica zona angular.

Para tanto, posiciona-se um transferidor no ponto médio das aberturas traçando retas em direção às bordas das obstruções urbanas, neste caso outros edifícios (exemplo na figura 2.11). As áreas não obstruídas do ponto analisado apresentam pontos em forma de cruz que somados representam a quantidade de iluminação recebida. Cada cruz representa 0,25% da Componente Celeste Vertical, ou seja, 0,25% de FLDV. Recomenda-se quarenta pontos para uma iluminação adequada; que representam 10% de FLDV. Segundo o autor, este valor garante que ambientes internos apresentem 0,5% de Fator de Luz Diurna como média, desde que suas aberturas possuam área equivalente ou superior a 1/25 da área do piso.

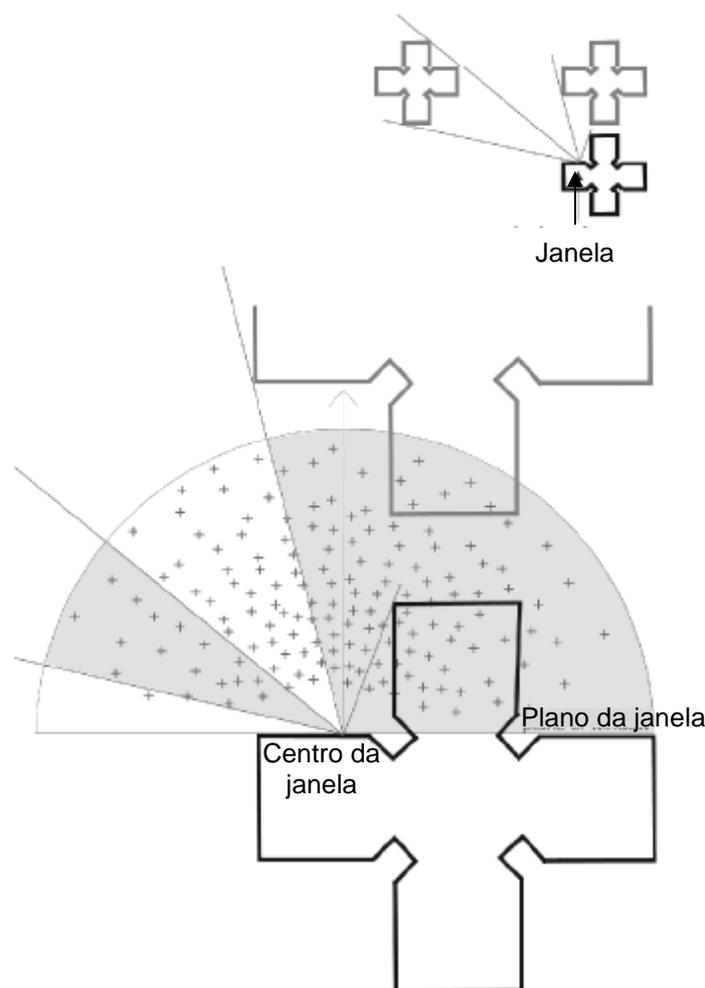


Figura 2.11: Exemplo de aplicação quando a primeira for suficiente (fonte: TREGENZA, 2001)

Se o número mínimo de pontos não for alcançado em planta, outra etapa de verificação deverá ser seguida (exemplo na figura 2.12) contemplando também o limite de obstrução vertical dos edifícios. A altura de cada obstrução do entorno e a distância das mesmas até o ponto analisado são obtidas. Com estes dados calcula-se a altura angular das obstruções (figura 2.12a). Estes ângulos são inseridos no transferidor auxiliar para todas as obstruções (figura 2.12b). Desta forma, a análise não se restringe apenas à planta baixa, mas também ao céu visível acima das obstruções. Novamente efetua-se a contagem dos pontos para a verificação do atendimento ao valor mínimo de 40%.

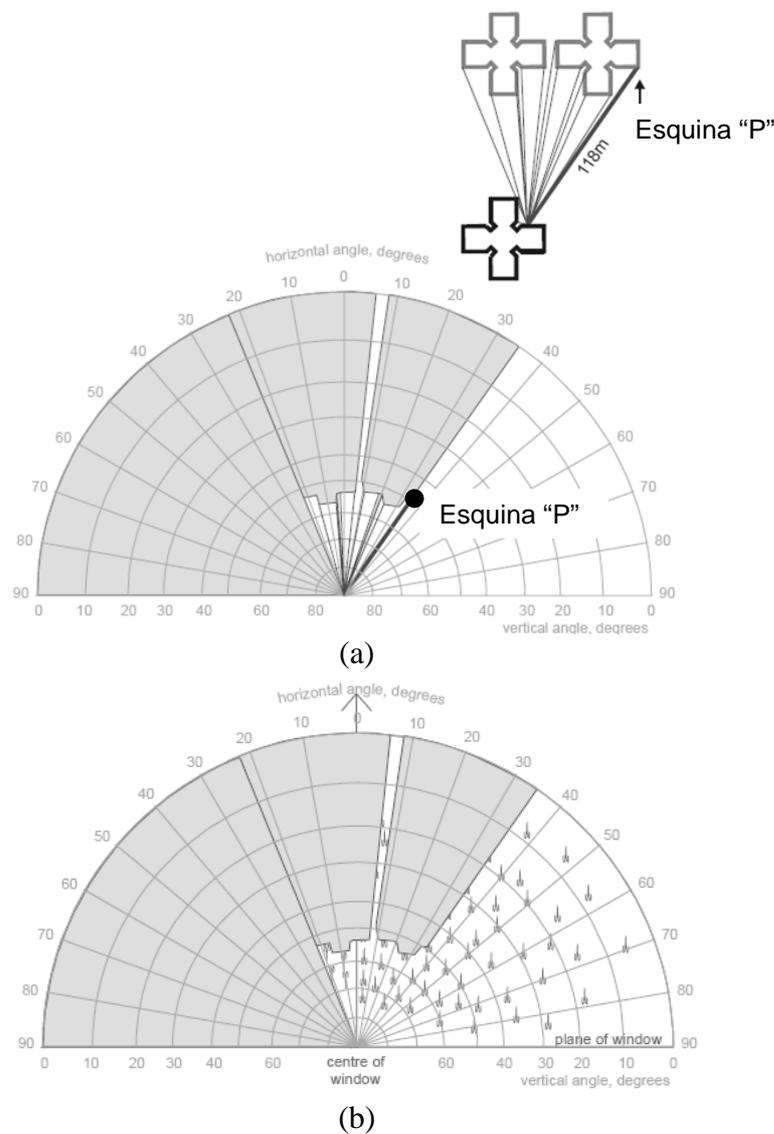


Figura 2.12: Exemplo de aplicação da segunda etapa quando a primeira não for suficiente (fonte: TREGENZA, 2001)

Além da verificação de valores mínimos, pode-se avaliar a variação do FLDV em função da configuração de diferentes cenários urbanos. Um exemplo desta aplicação pode ser verificada em Ng (2005) que analisa a relação entre o FLDV e as diferenças de alturas de edificações através de simulações computacionais. O estudo foi desenvolvido para a cidade de Hong Kong utilizando 16 cenários constituídos por uma base quadrada contendo nove edifícios por lado, com espaçamento igual à largura das edificações, também quadradas. Apenas as 25 edificações centrais fizeram parte da análise (figura 2.13b), com as restantes formando a vizinhança obstruída (figura 2.13a).

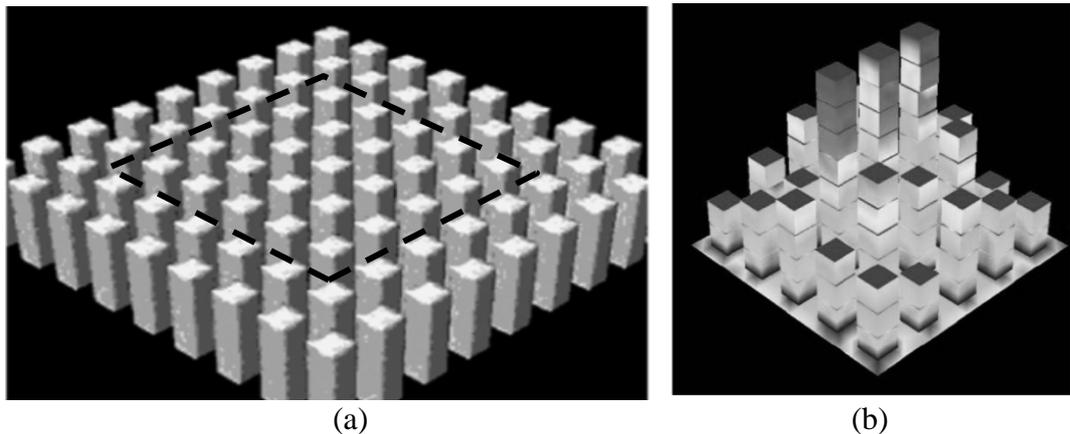


Figura 2.13: Exemplo de 25 edificações centrais em um dos 16 cenários (fonte: Ng, 2005)

As alturas para os 25 edifícios de cada cenário (denominados através de letras) foram obtidas através de uma função no programa *Excel* que as sorteia aleatoriamente o número de pavimentos (figura 2.14). A última linha da figura 2.14 apresenta a diferença entre a maior e a menor altura verificada em cada cenário. Em seguida, as simulações foram realizadas através do programa *Lightscape*.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
4	7	4	7	4	3	4	4	3	4	2	6	5	2	0	3
3	4	3	6	6	3	1	7	3	3	3	7	5	1	0	4
3	2	2	8	5	5	2	3	4	4	5	2	6	3	7	5
4	2	7	3	2	4	1	6	3	6	2	1	3	2	2	4
4	2	1	7	3	3	5	3	6	5	1	6	3	3	0	4
4	2	3	2	7	3	2	3	3	3	1	6	6	8	1	3
5	5	2	3	2	4	7	1	3	3	8	4	3	7	8	5
3	7	2	1	3	5	2	2	4	3	2	2	3	3	5	5
4	4	3	1	3	5	4	1	4	3	8	8	5	7	3	3
3	4	3	2	6	3	2	7	4	6	7	4	4	2	1	5
5	4	2	5	4	3	6	7	6	4	5	5	3	1	9	4
4	5	5	0	2	5	5	6	4	2	2	4	6	5	8	4
3	7	4	7	4	5	5	6	6	3	6	7	3	4	5	4
4	2	2	8	6	5	1	7	3	5	1	3	4	8	2	5
4	5	1	4	5	6	5	4	3	3	5	4	5	4	6	3
4	6	5	3	2	3	4	3	5	2	5	1	2	7	3	5
4	5	6	4	4	3	6	7	4	6	3	3	3	3	3	3
5	4	6	2	2	4	7	5	3	4	7	7	4	7	7	4
5	2	4	4	2	3	2	7	4	5	7	6	3	7	3	3
3	7	7	8	7	3	7	2	5	3	3	0	6	1	9	4
3	4	6	0	3	3	7	0	3	5	3	5	5	2	0	3
4	4	6	4	4	4	2	3	5	5	7	1	2	1	6	5
4	2	7	8	5	5	6	3	4	6	4	0	2	4	1	4
5	5	5	1	7	6	5	3	3	5	2	9	3	2	3	3
4	5	4	2	2	4	2	3	3	2	1	5	6	6	8	4
2	5	6	8	5	3	6	7	3	4	7	9	4	7	9	2

Figura 2.14: Alturas obtidas no Excel para os 25 edifícios dos 16 cenários (fonte: NG, 2005)

Os dezesseis cenários foram classificados de acordo com as diferenças de altura presentes em cada um, como exposto no parágrafo anterior.

O FLDV foi analisado no centro de cada uma das quatro fachadas dos 25 edifícios. Constatou-se que, em geral, os maiores valores de FLDV para os primeiros pavimentos podem ser encontrados quando a diferença de altura é grande entre os edifícios. Os valores de FLDV máximos verificados sofrem uma queda acentuada à medida que a diferença de altura decresce (figura 2.15). Já os valores mínimos de FLDV permanecem praticamente constantes em todos os modelos.

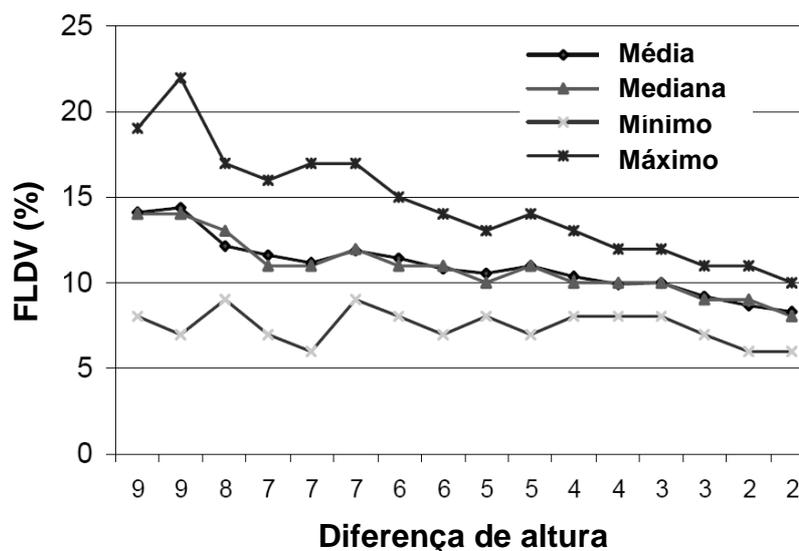


Figura 2.15: Gráfico contendo os resultados dos 16 cenários (fonte: adaptado de NG, 2005)

2.4.1.3. Indicadores de Altura Admissível

Os Indicadores de Altura Admissível foram desenvolvidos por Hopkinson et al (1966) com base nas recomendações do *Daylight Code* (CROMPTON, 1955) norma inglesa com o objetivo de assegurar que a luz natural esteja presente nas fachadas dos edifícios proporcionando boas condições de iluminação externa e interna.

O princípio deste parâmetro é prover iluminação através de limitações na largura e altura dos edifícios vizinhos (zonas angulares). Escolhe-se um ponto de análise e posiciona-se em planta o referido Indicador com determinada abertura angular horizontal. Os semi-círculos indicam alturas admissíveis; quanto maior a distância, maior a altura admissível (figura 2.16). A figura 2.17 exemplifica uma aplicação dos Indicadores em perspectiva. A edificação possui a altura de 11m, limite permitido do ponto analisado.

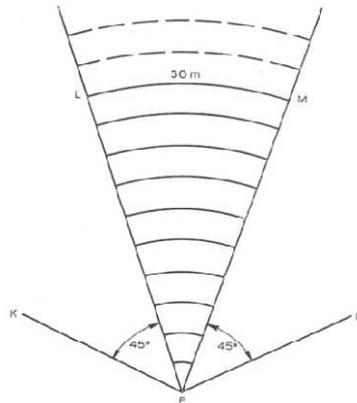


Figura 2.16: Exemplo de Indicador de altura admissível proposto por Hopkinson (fonte: HOPKINSON, 1966)

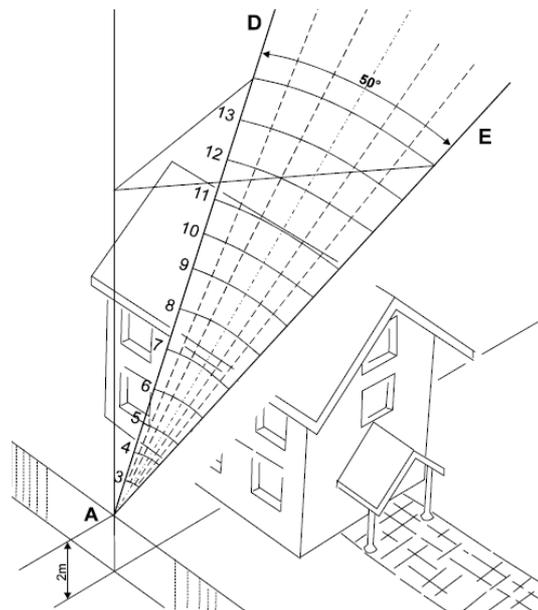


Figura 2.17: Visualização de uma aplicação do indicador de altura admissível em perspectiva (fonte: AUCKLAND, 2003)

A distância D entre o ponto de referência até a edificação vizinha de altura H pode ser determinada pela equação 2.9, onde o ângulo vertical é representado por θ (figura 2.18).

$$D = \left(\frac{H}{\tan \theta} \right) \quad \text{Equação 2.9}$$

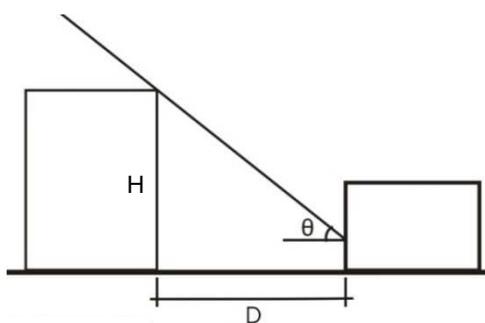


Figura 2.18: Ilustração da equação 2.9

Hopkinson (1966) propôs Indicadores para edifícios residenciais e não-residenciais. Como exemplo, observa-se os Indicadores C2 e C4 para edificações não-residenciais na figura 2.19. No caso “a”, os edifícios L e M com 30m de altura ultrapassariam o limite de altura admissível; entretanto, se o indicador C4 for utilizado e o ponto de análise estiver na extremidade do edifício isto não ocorreria em virtude de seu ângulo horizontal menor e, conseqüentemente, suas distâncias de alturas admissíveis também maiores. Além disso, estas categorias podem ter seus pontos de análise na fachada da edificação, no limite do lote ou eixo da rua.

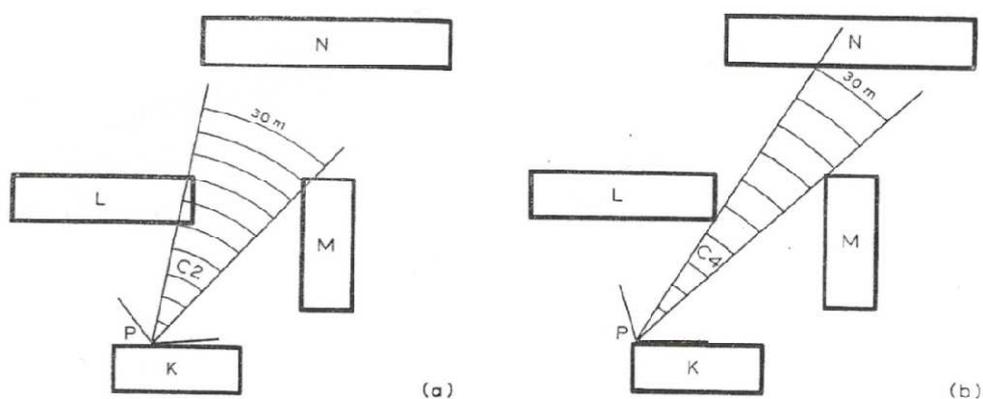


Figura 2.19: Aplicações de Indicadores de altura admissível proposto por Hopkinson (fonte: HOPKINSON, 1966)

Robbins (1986) também propôs Indicadores de altura admissível. Neste caso, a latitude é participante do ângulo vertical limite. Localidades com latitude elevada necessitam que suas edificações sejam mais espaçadas que latitudes menores, em função da trajetória solar ser mais inclinada.

Já os ângulos horizontais são maiores para edifícios novos que existentes. Isto ocorre pelo fato de que edifícios novos em fase de projeto podem ter a sua implantação no terreno ou o próprio projeto alterado para obter um melhor desempenho da luz natural.

2.4.1.4. Linha de “Não Visão” do Céu

A Linha de “não visão” do céu objetiva a identificação da área do plano de trabalho que tem visibilidade do céu. Segundo Littlefair (1991), esta divisão é importante por duas razões: indicar o quanto a distribuição da iluminação natural é apropriada em um ambiente interno e advertir caso o direito à luz no ambiente urbano estiver sendo infringido.

Para calcular a área iluminada pelo céu, inicialmente, traça-se uma linha interceptando a cobertura da obstrução externa e a verga da janela, até atingir o plano de trabalho a 85 cm do piso (figura 2.20 e figura 2.21a). Este cruzamento determina a primeira dimensão da área – o comprimento – e pode ser obtido em verdadeira grandeza se o desenho do corte estiver em escala ou através da equação 2.10.

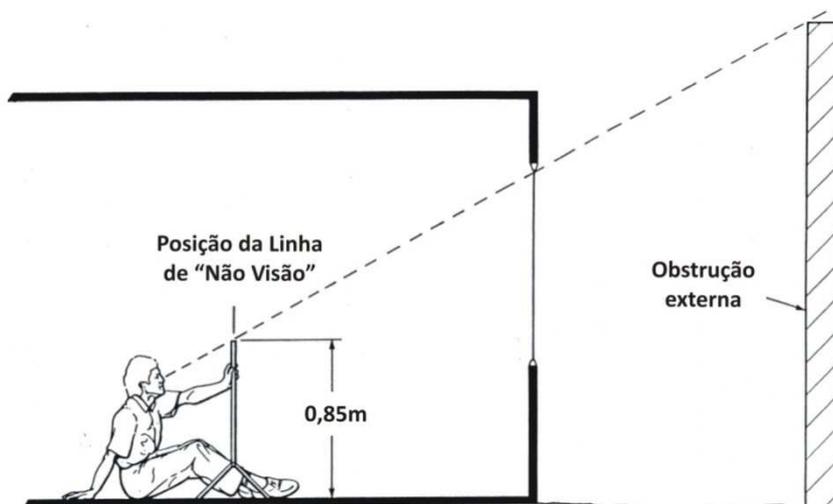


Figura 2.20: Linha de “não visão” do céu determinando o limite da altura de uma obstrução externa (fonte: LITTLEFAIR, 1991)

Em seguida, o comprimento encontrado é delineado em planta baixa (figura 2.21b). Para completar a área traçam-se duas linhas com pontos nos limites laterais da janela e da construção formando a área que não possui a visão do céu.

Este parâmetro é utilizado em estudos de impacto de vizinhança na Inglaterra. O critério para a determinação dos impactos foi desenvolvido por Littlefair (1991) e recomenda que a área do plano de trabalho com visibilidade para o céu não pode ser menor que 20% da área com visão do céu anterior a proposta de projeto.

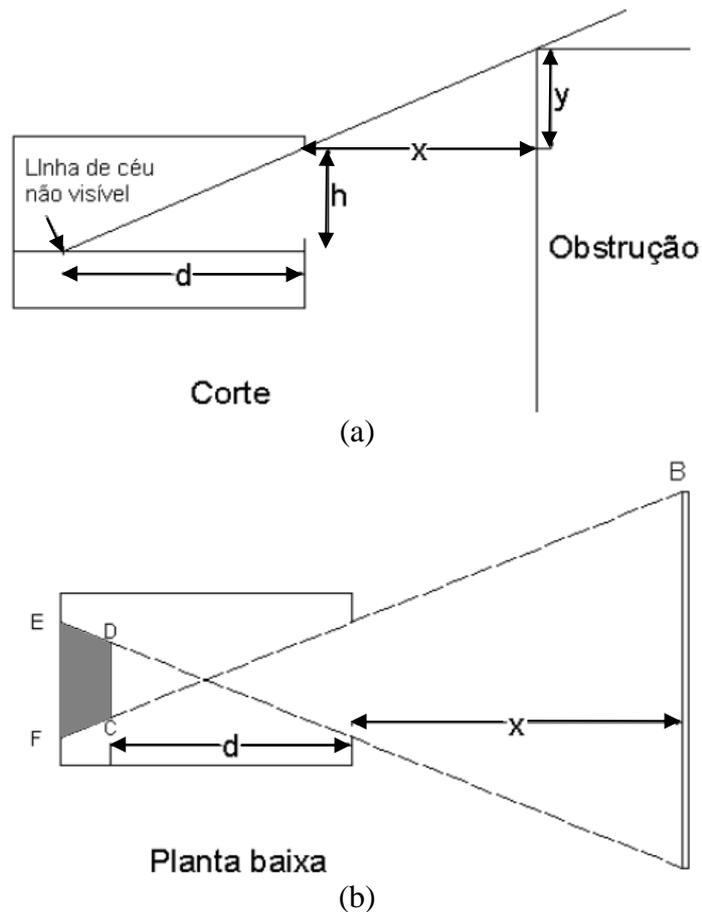


Figura 2.21: Linha de “não visão” do céu determinando o limite da altura de uma obstrução externa (fonte: LITTLEFAIR, 1991 apud LEDER, 2007)

$$d = x \cdot (h/y) \quad \text{Equação 2.10}$$

Onde:

- d = profundidade do ambiente que “enxerga” o céu [m]
- h = altura da verga da janela acima do plano de trabalho [m]
- y = altura da obstrução acima da verga da janela [m]
- x = distância da abertura até a obstrução externa [m]

2.4.1.5. AVD – Área de Visão Desobstruída

O parâmetro denominado AVD – Área de Visão Desobstruída foi desenvolvido por Ng (2003) e utiliza o critério angular simples. A proposta é baseada nas pesquisas de Hopkinson et al (1966) e Tregenza (2001), ambas apresentadas anteriormente.

A dimensão adequada desta área dependerá do desempenho da luz natural requerido, associado diretamente a uma constante “k”. Esta constante foi obtida estatisticamente utilizando modelos virtuais contendo edifícios que compuseram diferentes cenários urbanos, variando suas taxas de ocupação e índices de aproveitamento. Se a exigência do Fator de Luz Diurna Vertical (FLDV) for de 8%, por exemplo, a constante será de 0,24. É possível realizar o caminho inverso e obter a AVD necessária através da equação 2.11 relacionando a constante (k) e a altura do edifício (H). O gráfico da figura 2.22 exhibe a relação da AVD, FLDV e altura do edifício obtido a partir da altura média da janela analisada, através da equação 2.11.

$$AVD = k \cdot H^2 \qquad \text{Equação 2.11}$$

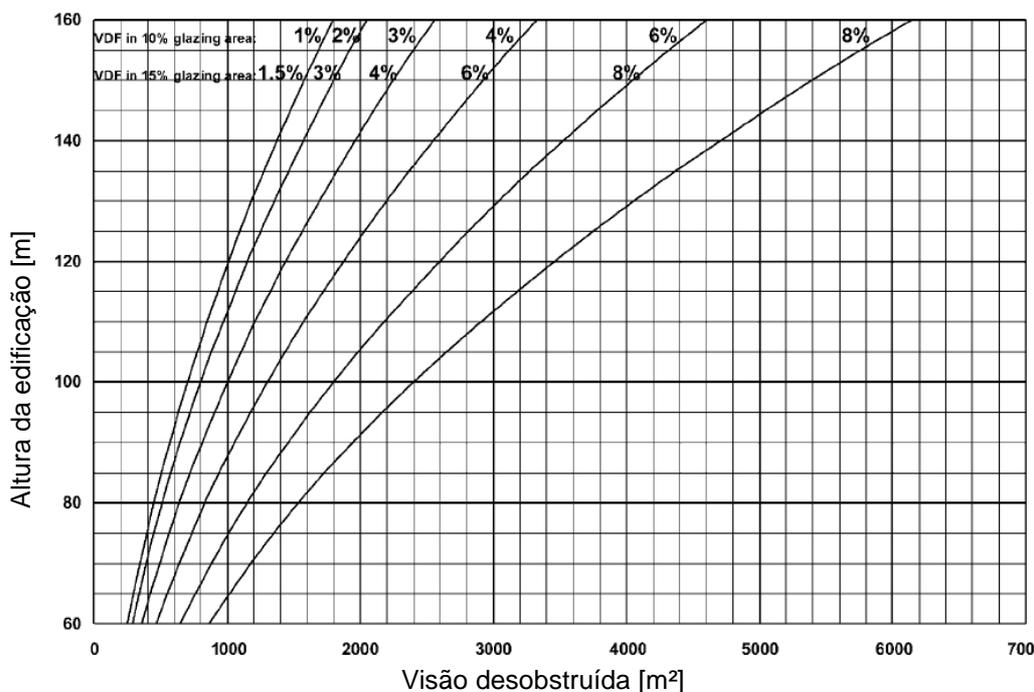


Figura 2.22: Gráfico da relação entre a AVD, FLDV e a altura do edifício analisado (fonte: adaptado de NG, 2003)

A AVD é traçada através de um cone de visão posicionado nas janelas dos edifícios. Para a obtenção deste cone, devem-se traçar linhas com limite de 50 graus à esquerda e à direita a partir do centro da janela analisada (ângulo horizontal). O comprimento do cone tem a mesma dimensão da altura do edifício até a janela analisada (figura 2.23a e 2.23b). Alguns edifícios da vizinhança poderão estar parcialmente ou totalmente inseridos neste cone, obstruindo a “visão” de uma parcela do céu. O restante da parcela constitui-se da Área de Visão Desobstruída propriamente dita.

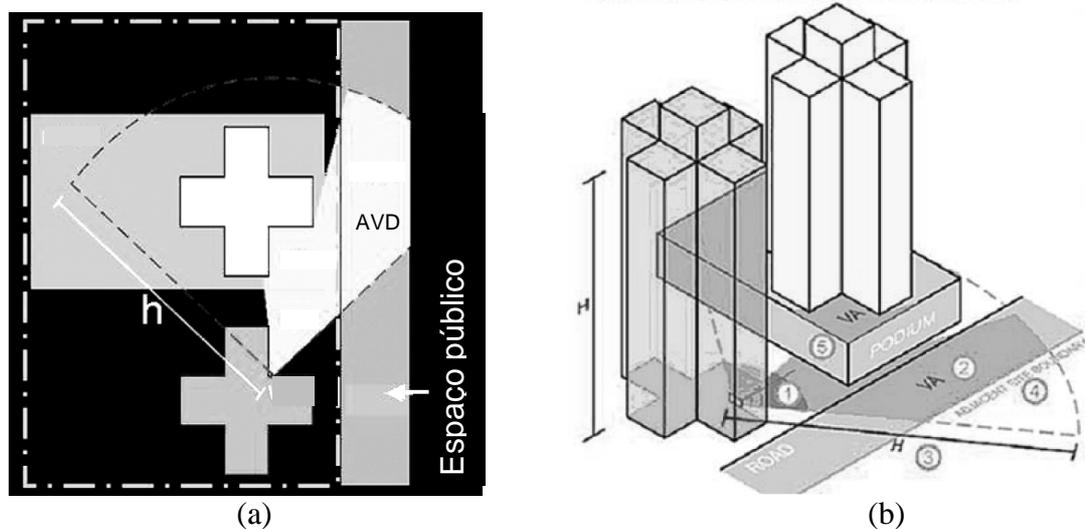


Figura 2.23: Cone de visão para um exemplo de janela analisada (fonte: NG, 2003)

2.4.1.6. JCP – Janela de Céu Preferível

A Janela de Céu Preferível – JCP foi desenvolvida por LEDER (2007) e consiste em uma porção do céu limitada por ângulos de azimute e altura solar, ou seja, uma zona angular, onde o potencial da iluminação natural em ambientes internos é máximo (figura 2.24). Conseqüentemente, quanto maior a desobstrução da JCP, maior será o aproveitamento deste potencial.

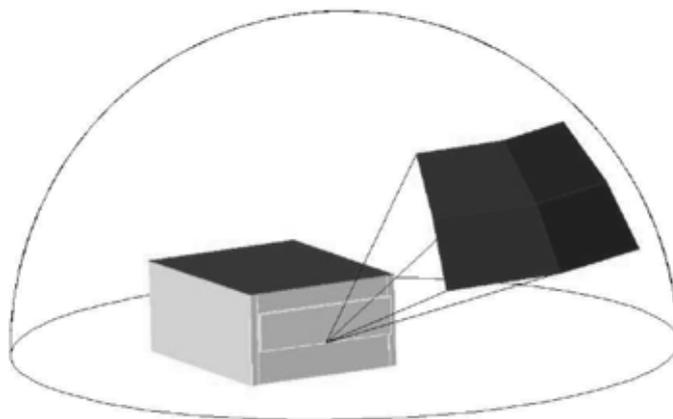


Figura 2.24: Delimitação da JCP na abóboda (fonte: LEDER, 2007)

Este parâmetro considera três aspectos relativos ao fenômeno da luz natural:

- Distribuição de luminâncias na abóboda celeste.

- Efeito cosseno do ângulo de incidência: Quanto maior o ângulo cosseno, maior a redução da iluminância resultante. A redução deste efeito foi considerada juntamente com a contribuição de cada parcela da abóboda.

- Frequência de visibilidade do céu em ambientes internos: As parcelas do céu mais visíveis pelos ambientes internos são as mais significativas para prover iluminação natural. Foram adotadas diferentes tipologias de ambientes internos variando a profundidade e a posição da abertura visando a verificação desta frequência.

Para a determinação gráfica da JCP foi considerado o gráfico do potencial de iluminação resultado do cruzamento da contribuição relativa da abóboda sobre um plano horizontal (distribuição de luminâncias juntamente com o efeito do ângulo cosseno de incidência) e o gráfico da frequência de visibilidade de céu. Além disso, dois outros aspectos complementares foram considerados. Para os ângulos horizontais (ou azimutais) utilizou-se o limite de $\pm 45^\circ$ devido à influência do efeito cosseno. Já para os ângulos verticais (altitude), o ângulo inferior de 15° foi adotado como limite considerando-se que usualmente a visão do céu até essa altura apresenta-se obstruída devida ao entorno natural ou construído. Como resultado, a área da JCP apresenta limites horizontais de 45° à esquerda e 45° à direita e limites verticais de 15° inferior e 60° superior (figura 2.25).

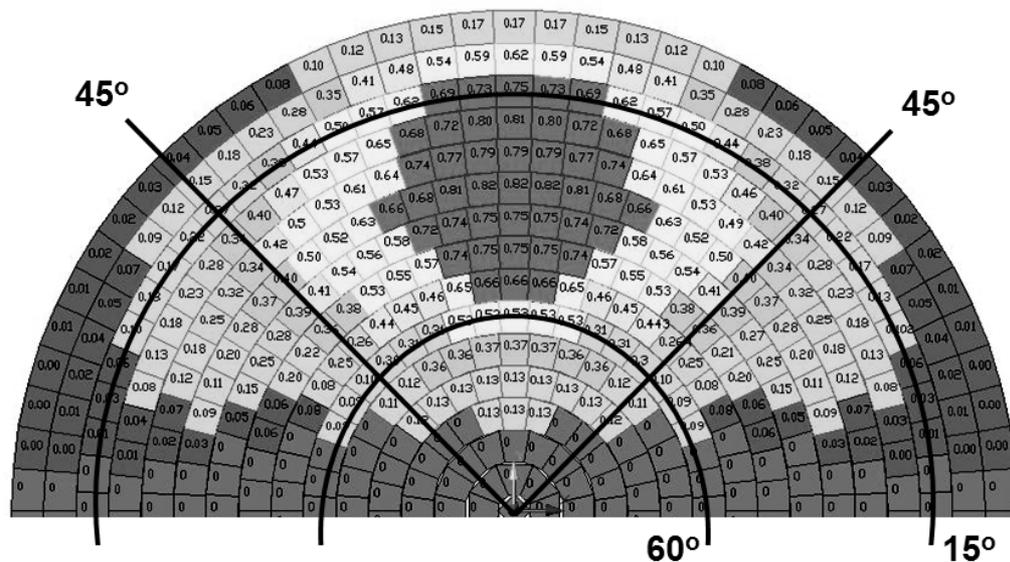


Figura 2.25: Ângulos de determinação da JCP em projeção estereográfica (fonte: LEDER, 2007)

2.4.1.7. FVC – Fator de Visão do Céu

O Fator de Visão do Céu – FVC pode ser definido como a medida da visibilidade do céu em um determinado ponto de análise (equação 2.12). O valor deste parâmetro será 1 se o céu estiver totalmente desobstruído e será zero para totalmente obstruído (CHENG et al, 2006).

$$\text{FVC} = \frac{\text{área visível}}{\text{área total}} \quad \text{Equação 2.12}$$

Acredita-se que o FVC tenha sido desenvolvido a partir do Globoscópio (figura 2.26) desenvolvido por Pleijel (1954). Este equipamento é composto de um espelho parabólico convexo, de um sistema colimador e de uma máquina fotográfica em miniatura (HOPINKSON, 1966). O aprimoramento de seu uso foi realizado por Steyn (1980) através de fotos com lente olho de peixe em função do ângulo de abertura ser compatível com a projeção equidistante (figura 2.27).

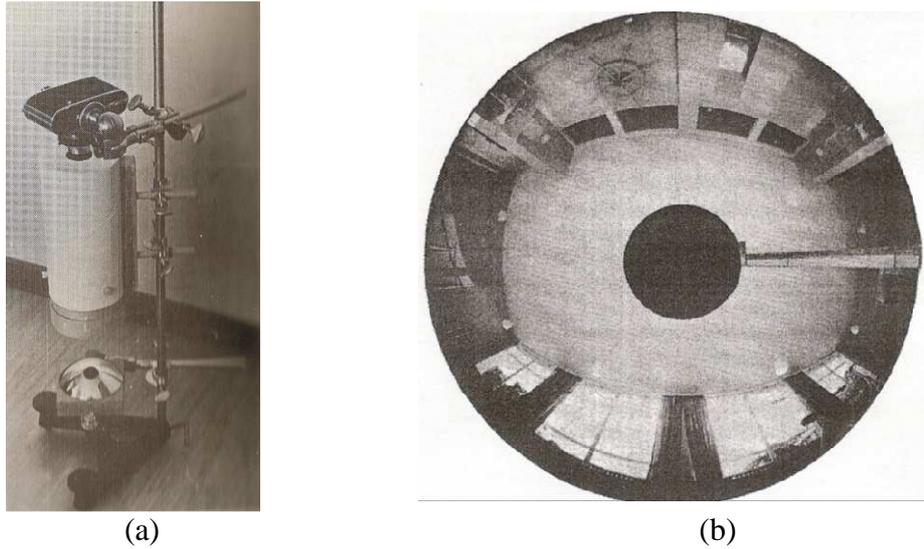


Figura 2.26: Globoscópio (a) e imagem de um ambiente interno obtido pelo mesmo (b) (fonte: HOPKINSON, 1966)

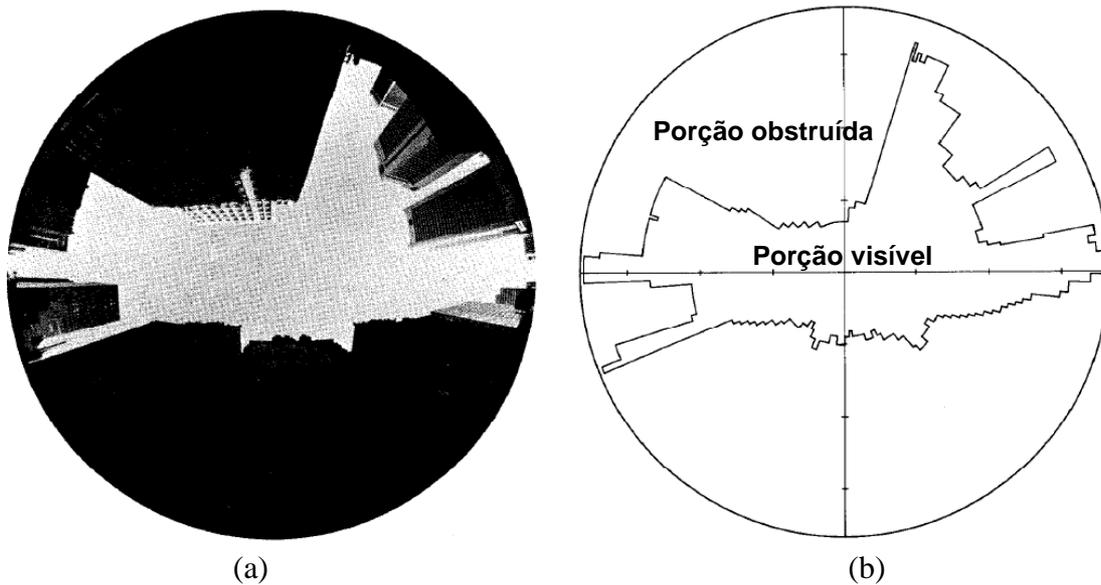


Figura 2.27: Foto obtida com lente de peixe (a) e definição gráfica da área desobstruída (b) (fonte: STEYN, 1980)

O parâmetro FVC foi empregado por vários pesquisadores como, por exemplo, Steyn (1980), Oke (1981), Johnson e Watson (1984), Barring et al. (1985), Souza (1996), Ratti e Richens (1999), Chapman (2000) e Chapman et al. (2001).

Segundo Lindberg et al (2003), o FVC é usado frequentemente para descrever as variações de temperatura da geometria urbana e intra urbana, entretanto, outras avaliações da geometria urbana também têm sido verificadas. Para Cheng et al (2006), além destas variações associadas ao fenômeno das ilhas de calor, estudos

envolvendo a poluição do ar e a quantificação de energia nas superfícies consideram este parâmetro (OKE, 1981; SVENSSON, 2004).

Em relação à iluminação natural, Cheng et al (2006) desenvolveram uma pesquisa relacionando o FVC com a disponibilidade de luz natural no ambiente urbano. Foram utilizados modelos de estudos com dezoito variações de configurações urbanas envolvendo distintas taxas de ocupação e índices de aproveitamento (alguns exemplos na figura 2.28). Além destes fatores, a organização dos edifícios foi gerada por duas formas: randômica - disposição aleatória determinada através de cálculos matemáticos - (figura 2.28b e 2.28c) e uniforme (figura 2.28a).

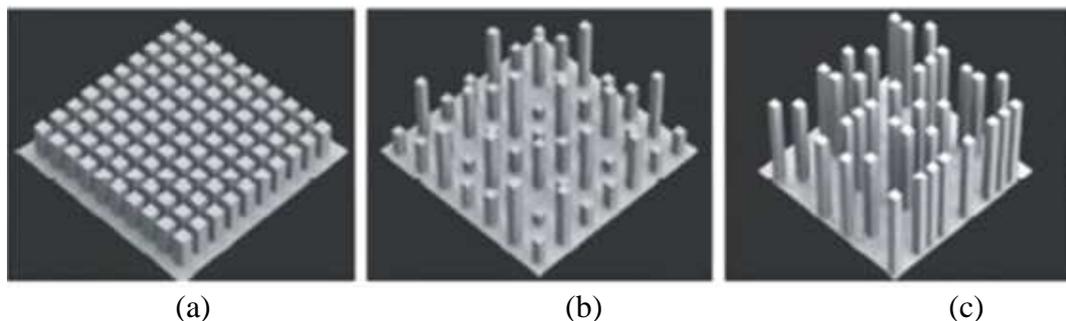


Figura 2.28: Exemplos de configurações urbanas analisadas (fonte: CHENG, 2006)

Os resultados encontrados revelaram que o FVC decresce à medida que o índice de aproveitamento e a taxa de ocupação aumentam. Este resultado é óbvio em função do aumento da densidade construída e, conseqüentemente, das obstruções. Entretanto, segundo o autor, o FVC apresenta grande variação para diferentes formas de organização das edificações. O efeito randômico horizontal que envolve as taxas de ocupação, por exemplo, é insignificante nos cenários de pequena taxa; entretanto, é importante nos cenários de alta. Já o efeito randômico vertical que envolve o número de pavimentos é significativo em todos os cenários, independentemente da taxa de ocupação.

2.4.2. Insolação

São cinco os principais parâmetros de desempenho para a análise da insolação no ambiente urbano. Eles estão listados abaixo juntamente com seus principais autores.

Insolação

- Horas de Sol (NEEMAN & HOPKINSON, 1976; HMSO, 1982; OBOLENSKY & KORZIN, 1982; TREGENZA, 1993, KNOWLES, 1981; MATUS, 1988; PEREIRA et al, 2001)
- Disponibilidade da Luz Solar (NEEMAN & LIGHT, 1975)
- Radiação Solar (CAPELUTO et al, 2006; LITTLEFAIR, 2001)
- RP - Radiação Ponderada (AROSZTEGUI, 1981; PEREIRA et al, 2001)
- Ganho Solar (NBA TECTONICS, 1988; LITTLEFAIR, 1991)

2.4.2.1. Horas de Sol nas fachadas

O número de horas que uma fachada recebe insolação apresenta-se como uma forma de mensurar este fenômeno. Além dos benefícios da incidência solar em ambientes internos, existem diferentes demandas em função da preferência das pessoas.

Segundo Tregenza (1993), recomendações baseadas na preferência dos usuários por vista externa ou penetração solar são muito mais específicas culturalmente e devem ser descritas por nativos da região. O referido autor sugere que esta preferência seja expressa como uma porcentagem da disponibilidade de luz do Sol no exterior. No Reino Unido, verifica-se que, onde os ocupantes têm uma expectativa razoável da luz do Sol em ambientes, em pelo menos 25% da probabilidade de horas de luz solar deve ocorrer penetração pelas aberturas (TREGENZA, 1993).

Além das preferências pessoais, determinadas horas de insolação proporcionam benefícios relacionados ao conforto ambiental (aquecimento solar passivo) e a saúde dos usuários do espaço urbano (efeito bactericida e psicológico).

A incidência solar pode eliminar diretamente a presença de bactérias, obtendo-se desta forma o seu efeito bactericida. Considerava-se, na década de 50, que 1,5 a 2,5 horas de insolação por dia seriam o bastante para suprir as necessidades do efeito bactericida que a insolação possui (PEREIRA et al, 2001). Além disso, a umidade é essencial para a sobrevivência e proliferação de fungos. Uma das formas de combatê-la é reduzir o conteúdo de umidade nos materiais através do aumento da temperatura em ambientes causado pela incidência solar.

Já o efeito psicológico pode ser influenciado por preferências pessoais. Entretanto, nas décadas de 70 e 80 foi reconhecido que 1 a 2,5 horas de insolação

seriam suficientes para satisfazer as necessidades psicológicas humanas (NE'EMAN & HOPKINSON, 1976; HMSO, 1982; OBOLENSKY & KORZIN, 1982).

Por último, o aquecimento solar passivo é uma das principais estratégias bioclimáticas, em especial onde as temperaturas são baixas nos meses do inverno. Neste caso, para cada local, esta radiação será requerida em determinados horários visando garantir conforto térmico nos ambientes internos.

A utilização do número de horas de Sol pode ser verificada em proposições de envelopes solares, sendo pioneira a pesquisa de Knowles (1981).

Existem dois tipos principais de envelopes. Os envelopes de direito solar garantem um mínimo de insolação no período crítico – associado a estudos do clima e condições locais. Já o envelope de captação solar garante o máximo de insolação possível para o uso de coletores fotovoltaicos e de aquecimento de água. Visando tais objetivos, o envelope consiste na determinação de ângulos solares traçados a partir das divisas dos lotes de forma a permitir o acesso solar. No exemplo abaixo se observam os envelopes (figura 2.29a) e os volumes das edificações (figura 2.29b) resultantes.

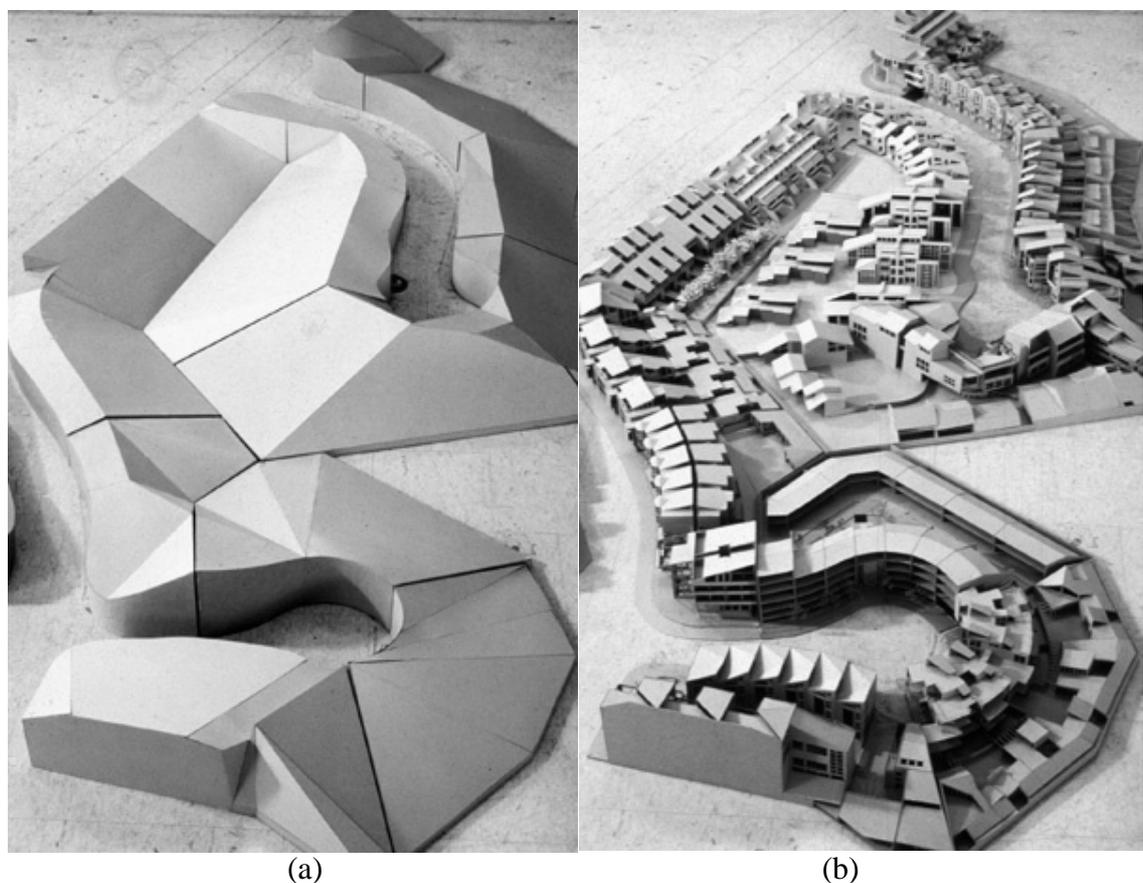


Figura 2.29: Envelope Solar (a) e a construção das edificações (b) para um loteamento respeitando o volume máximo (fonte: KNOWLES, 1999)

O mesmo autor desenvolveu orientações para a consideração da insolação em legislações urbanas pela *L.A. Community Redevelopment Agency (CRA)*. Como recomendação para o inverno, Knowles (1999) considerou o mínimo de quatro horas de insolação durante o inverno (10h às 14h) para fins de aquecimento solar passivo.

As horas de Sol explicitadas anteriormente podem ser verificadas através de estudos de sombra, além do envelope solar. Matus (1988) apud Littlefair (1998) utilizou as sombras para auxiliar a localização de edificações em projetos urbanos. As sombras são simuladas das 09h às 15h do solstício de inverno (figura 2.30). Em seguida, unem-se todas as sombras geradas. Em seguida, realiza-se a implantação de outras edificações até limite do contorno das mesmas preservando a vizinhança nestes horários.

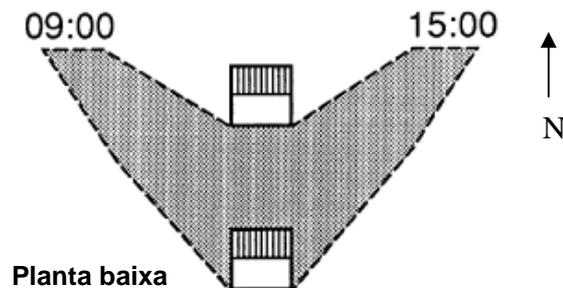


Figura 2.30: Espaçamento entre edificações sem o comprometimento a vizinhança (fonte: MATUS, 1988 apud LITTLEFAIR, 1998)

2.4.2.2. Disponibilidade da Luz Solar

O parâmetro Disponibilidade da luz solar proposto por Ne'eman & Light (1975) emprega a probabilidade média do Sol estar brilhando em cada hora do ano. Para tanto, utilizou-se inicialmente uma base de dados com um intervalo de dez anos para a cidade de Londres. Os valores variam em uma escala de zero a seis representando a fração de hora em que o Sol brilhará.

O parâmetro foi introduzido no diagrama de trajetórias solares denominado de Transferidor de Disponibilidade Solar. Em Londres, por exemplo, a probabilidade do Sol brilhar nos meses do inverno é menor que em outros períodos (figura 2.31).

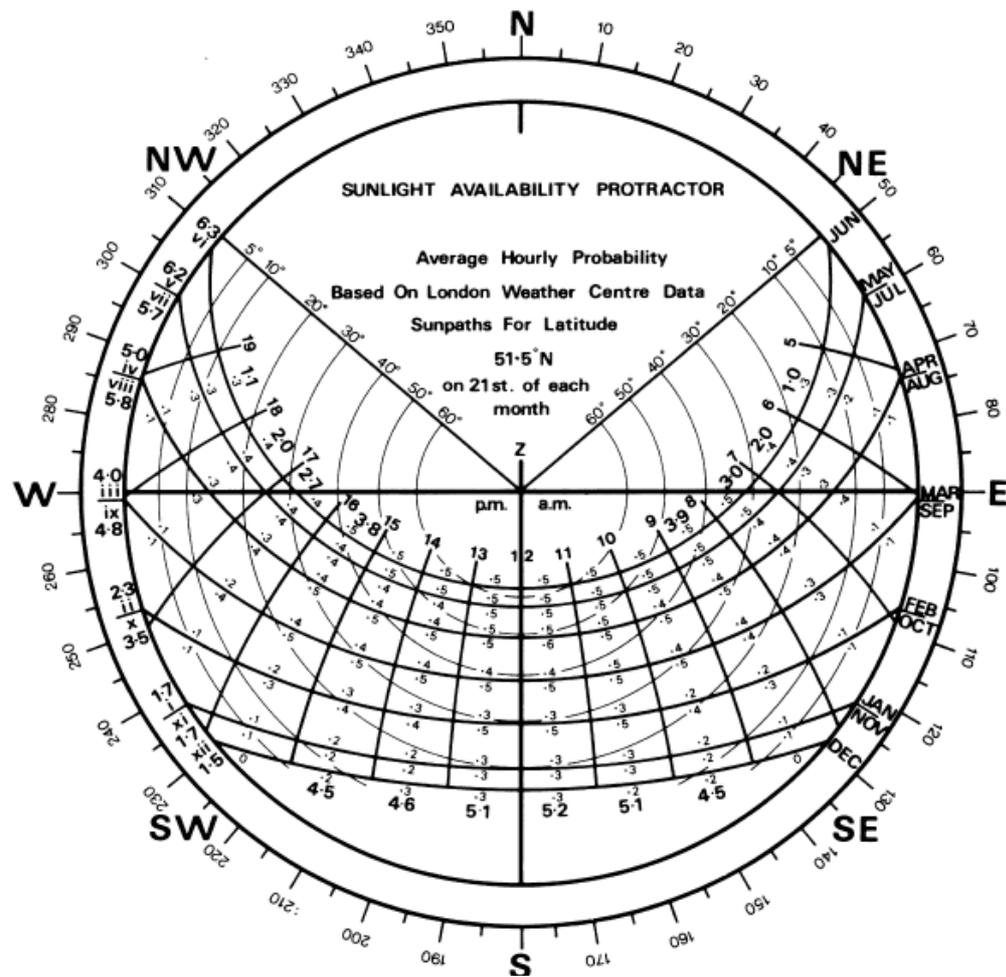


Figura 2.31: Diagrama de trajetórias associado com a disponibilidade da luz solar (fonte: NEEMAN & LIGHT, 1975 apud LITTLEFAIR, 1998)

2.4.2.3. Radiação Solar

Como descrito anteriormente, a radiação solar é a principal responsável pelo ganho de calor no ambiente urbano. Em períodos do ano com temperaturas baixas, por exemplo, esta é desejável para fins de aquecimento solar passivo das edificações.

Com este objetivo, Littlefair (2001) utilizou zonas angulares para limitar as edificações da vizinhança através de ângulos verticais e horizontais. A área mais importante a ser desobstruída horizontalmente está inserida dentro da angulação de 60 graus voltada para a direção Sul (figura 2.32). Para as latitudes do Reino Unido esta é a orientação mais exposta à radiação solar durante os meses de inverno.

A determinação do ângulo vertical que definirá a altura máxima da edificação da vizinhança se dá pela garantia de no mínimo 3 horas de insolação no inverno.

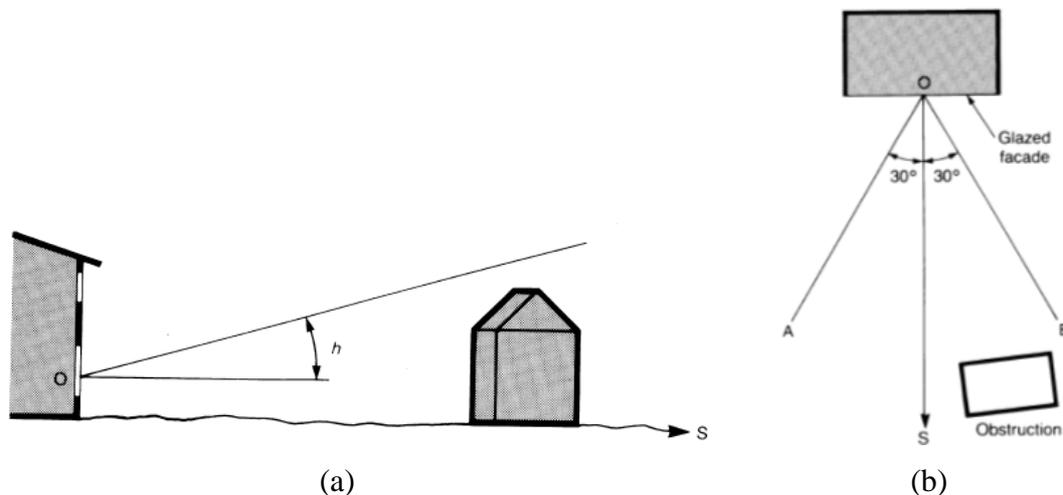


Figura 2.32: Zonas angulares – seção vertical (a) e planta baixa (b)
(fonte: Littlefair, 2001)

Outro exemplo de utilização da radiação solar para a finalidade de aquecimento passivo é descrito por Capeluto et al (2006) através dos Nomogramas Solares. Nomogramas são tabelas que visam auxiliar o projetista em três estágios de projeto em relação à exposição solar. No primeiro estágio, tem-se tabelas com dados sobre a radiação total disponível e a porção desta requerida para cada orientação e período do ano. Já no segundo, o projetista tem estas informações detalhadas hora à hora. O último estágio é baseado na determinação de ângulos em função das horas de insolação requeridas para cada orientação e período do ano.

Os Nomogramas do último estágio podem ser aplicados em edifícios residenciais, bem como passeios públicos e espaços abertos (ex. praças e parques). No caso de edifícios, utilizam-se critérios angulares simples (figura 2.33) que determinarão a altura máxima permitida (figura 2.33a) ou envelopes solares (figura 2.33b). Estes últimos combinarão os ângulos do estágio anterior para a determinação da forma construída. O ponto base deve ser traçado no primeiro pavimento do edifício seguindo o ângulo determinado no nomograma.

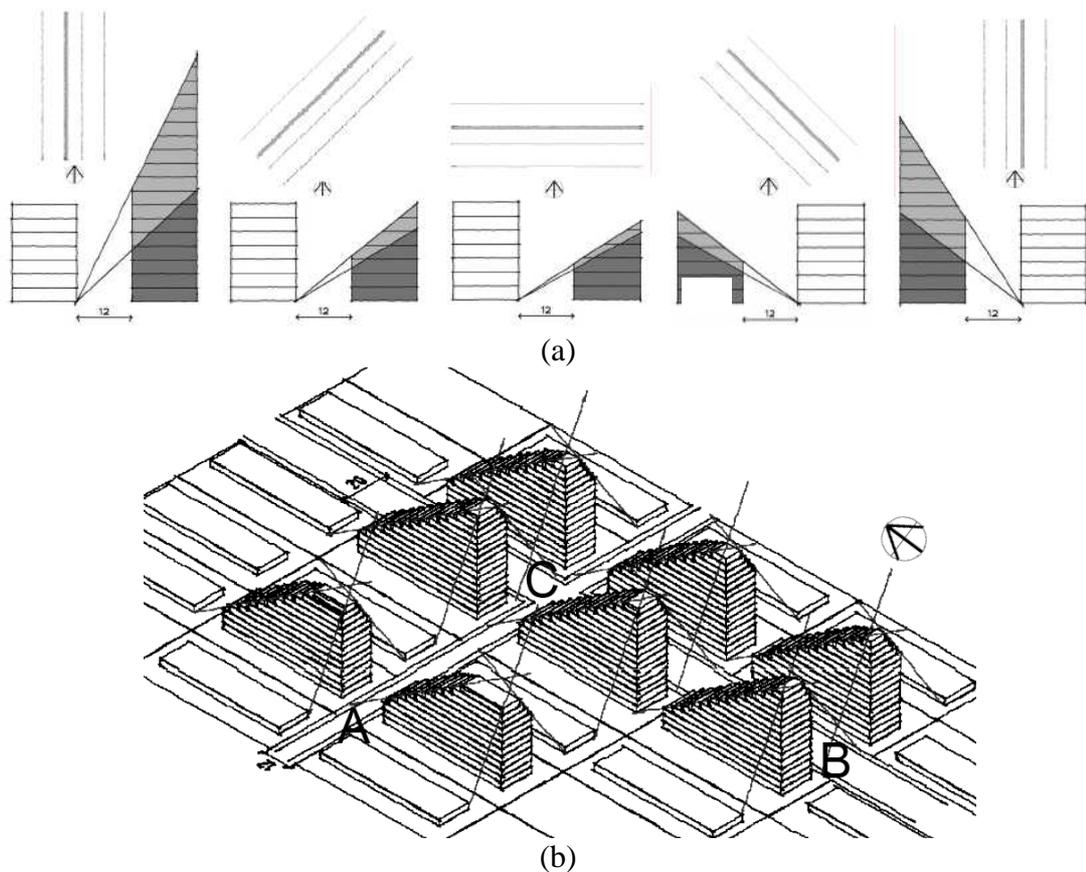


Figura 2.33: Aplicação dos nomogramas solares utilizando critério angular simples (a) e envelope solar (b) (fonte: CAPELUTO et al, 2006)

2.4.2.4. RSP - Radiação Solar Ponderada

Este parâmetro foi desenvolvido por Aroztegui (1980) para a avaliação de aberturas com proteções solares, entretanto, também pode ser utilizado para a análise urbana, como será visto a seguir na proposição de PEREIRA et al (2001). A satisfação ou insatisfação humana produzidas pela radiação solar incidente podem ser representadas por um sistema de ponderação da radiação solar como a diferença entre a temperatura externa do ar e a temperatura neutra.

Este sistema de ponderação das radiações solares emprega uma série de critérios climáticos, psico-fisiológicos e de representação geométrica.

Os critérios climáticos mais significativos referem-se às temperaturas do ar e à radiação solar propriamente dita constituída por duas parcelas. A principal é formada pela radiação direta, proveniente do Sol. A segunda formada pela radiação difusa é proveniente das interações nas camadas de ar que difundem uma parte da energia recebida do Sol e as distribuem em toda a abóbada do céu.

As hipóteses psico-fisiológicas foram adotadas pelo fato do usuário estar associado. Para poder expressar em termos quantitativos o sentido de agrado/desagrado produzido pela incidência solar, foram estabelecidas várias hipóteses simplificadoras:

- O usuário está realizando atividades sedentárias e com vestimentas apropriadas às condições interna. Desta forma, tem-se um padrão de conforto necessário para a definição da temperatura neutra.

- Adotou-se uma temperatura neutra para cada mês do local considerado, dado pela equação 2.13, de M. Humphreys (HUMPHREYS, 1978 apud AROZTEGUI, 1980). A temperatura neutra (T_n) é a temperatura em que o corpo humano encontra-se em neutralidade térmica (ABNT, 1998), calculada através da equação abaixo:

$$T_n = 11,9 + 0,543 \cdot t_{\text{média mensal}} \quad \text{Equação 2.13}$$

Onde:

T_n = Temperatura neutra ($^{\circ}\text{C}$)

$T_{\text{média mensal}}$ = Temperatura média mensal ($^{\circ}\text{C}$)

- Para obtenção da temperatura neutra horária de cada mês utilizou-se a temperatura do ar média mensal para cada hora. A RSP é o produto da radiação solar pelo Fator de Ponderação (FP), para cada hora e orientação. O FP foi obtido através da equação 2.14 (Szokolay,1980; Aroztegui, 1981) considerando o afastamento entre a temperatura neutra do mês (T_n) e a temperatura do ar externo horária (T_{ar}). O valor α é um coeficiente de calor ($\alpha = 1,5$) ou frio ($\alpha = 1,0$), dependendo da sensação térmica. Se a temperatura do ar for maior que a neutra esta RSP será considerada negativa, ou seja, a insolação será indesejável. Do contrário, o FP terá valor positivo.

$$FP = \left| \frac{(T_{ar} - T_n)}{2} \right|^{\alpha} \quad \text{Equação 2.14}$$

A representação geométrica das radiações solares ponderadas é feita em diagramas de trajetória solar (figura 2.34) para análise da visibilidade/obstrução e do balanço das radiações solares ponderadas desejáveis/indesejáveis. Desta forma, este parâmetro qualifica as horas de Sol em desejáveis ou não com relação à radiação solar.

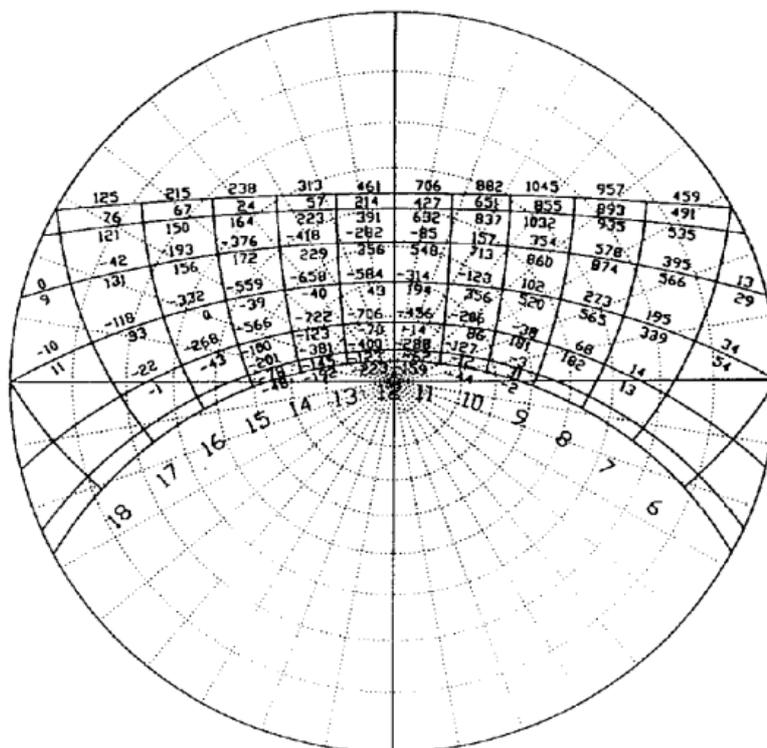


Figura 2.34: Valores ponderados de radiação solar para a fachada norte na latitude - 27.5° (fonte: PEREIRA et al, 2001)

Além do emprego em proteções solares, PEREIRA et al (2001) utilizou a RSP como um dos parâmetros para uma proposta de envelope solar. A determinação dos ângulos considerou pelo menos dois dos três critérios: i) balanço positivo de radiação ponderada em todo o ano; ii) balanço positivo para os equinócios; iii) incidência de 1,5 a 2 horas de insolação por dia durante o inverno. A situação ideal seria a obstrução dos valores negativos e, conseqüentemente, a desobstrução dos valores positivos. Como esta situação não é possível, o uso do balanço positivo dado pelo somatório das RSP apresenta-se como alternativa.

Na figura 2.35 observa-se a aplicação desse envelope solar no Residencial Panorama de Florianópolis. As edificações localizadas ao centro do conjunto ultrapassam o volume do envelope violando o acesso à insolação dos edifícios vizinhos.

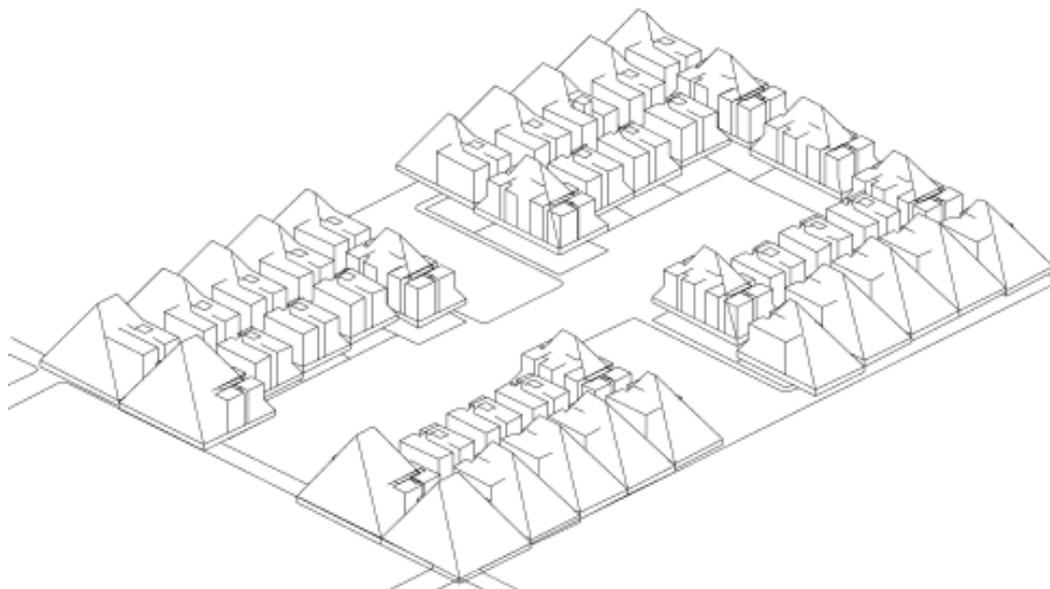


Figura 2.35: Envelope Solar utilizando RSP aplicado em habitações de Florianópolis (fonte: PEREIRA, et al, 2001)

2.4.2.5. Ganho de calor solar

O ganho de calor solar envolve não somente a intensidade da radiação solar incidente sobre o edifício, como também as características térmicas dos materiais das suas aberturas. A seguir são descritos dois exemplos de pesquisa utilizando este parâmetro através da técnica de diagrama de trajetória associado.

Littlefair (1991) desenvolveu o Indicador de ganho solar de projeção gnomônica horizontal para aberturas envidraçadas (figura 2.36a). Esta projeção é bastante comum na Inglaterra, diferentemente das estereográficas já apresentadas. O mesmo pode ser sobreposto com o diagrama de trajetórias de igual projeção (figura 2.36b).

Como etapa anterior à utilização do Indicador faz-se necessário representar o cenário urbano (figura 2.37a) de obstrução desejado no Localizador de direção (figura 2.37b). Sobrepõe-se o Localizador e o Indicador. Cada ponto do Indicador representa 1% de ganho solar para o aquecimento (figura 2.36a). O valor total, em kWh/m², para um plano desobstruído é dado na legenda de cada Indicador. No caso de uma abertura totalmente desobstruída a figura 2.36a representaria este ganho.

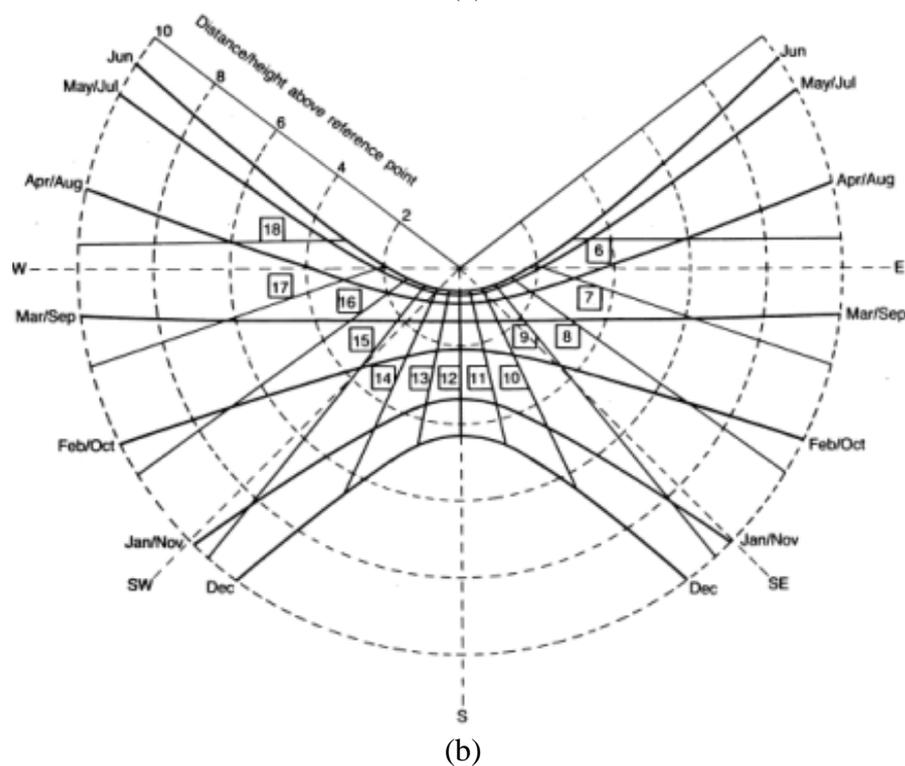
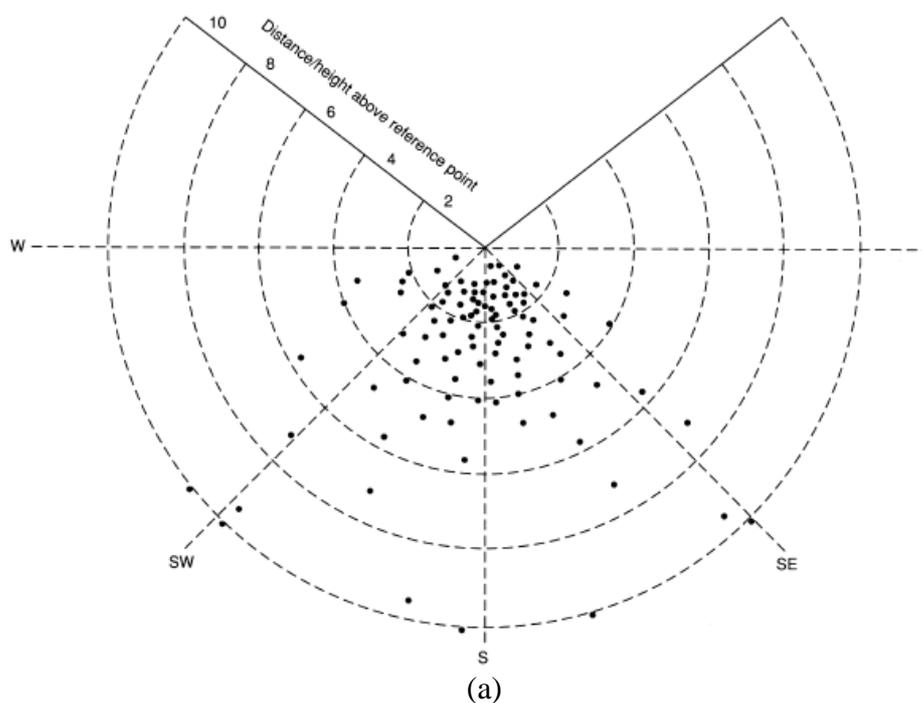


Figura 2.36: Indicador de ganho solar (a) e trajetórias solar para sobreposição (b) (fonte: LITTLEFAIR, 1991)

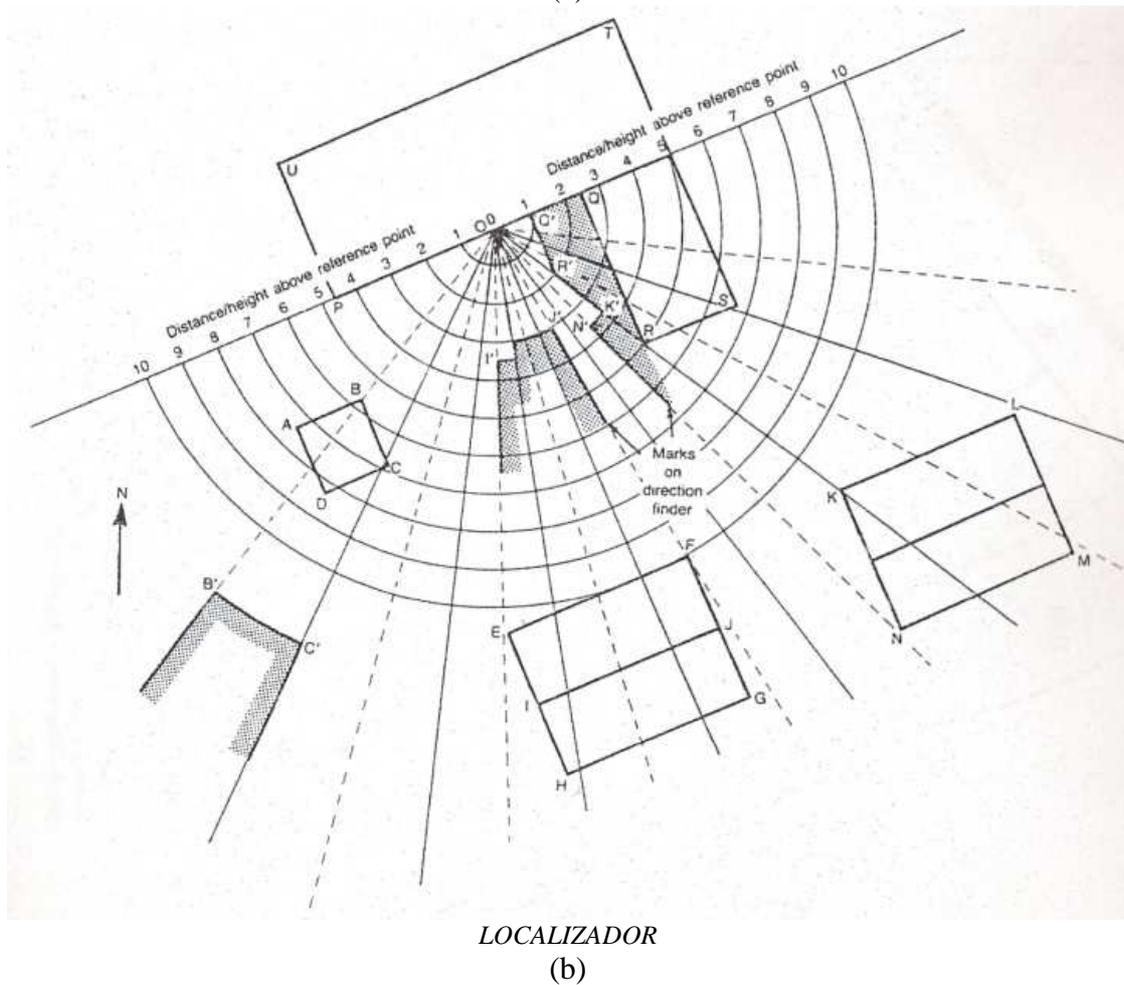
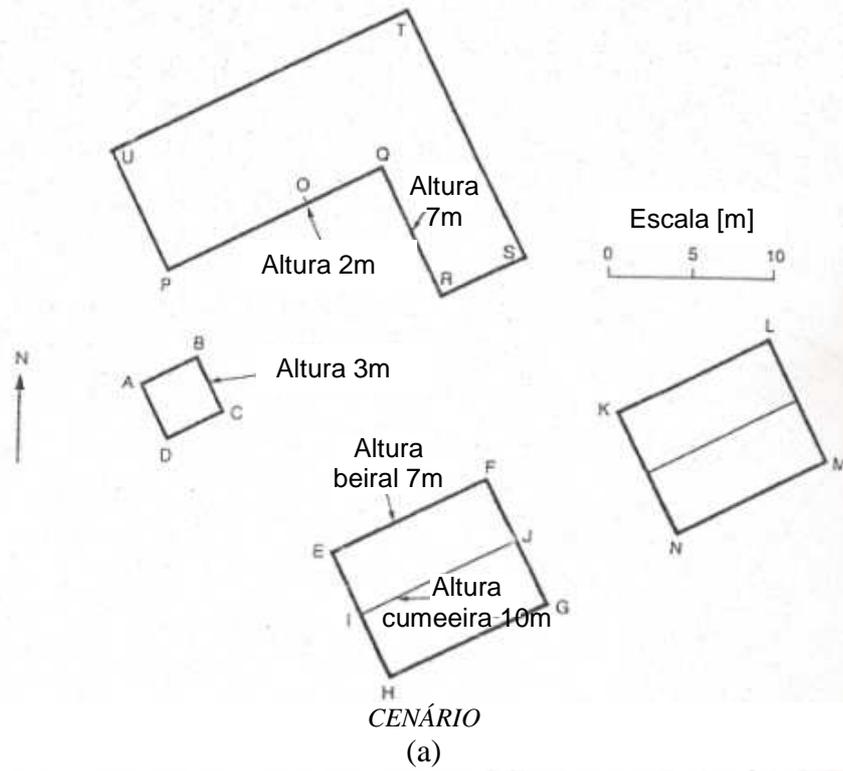


Figura 2.37: Localizador de direção para um exemplo de cenário (fonte: LITTLEFAIR, 1991)

Outro exemplo de diagrama de ganho solar foi desenvolvido por NBA Tectonics (1988). Na figura 2.38, observa-se o diagrama incluindo a obstrução que o entorno confere no ponto analisado. As áreas que são “vistas” por uma janela indicam o total de radiação recebida em kW/ano daquela direção.

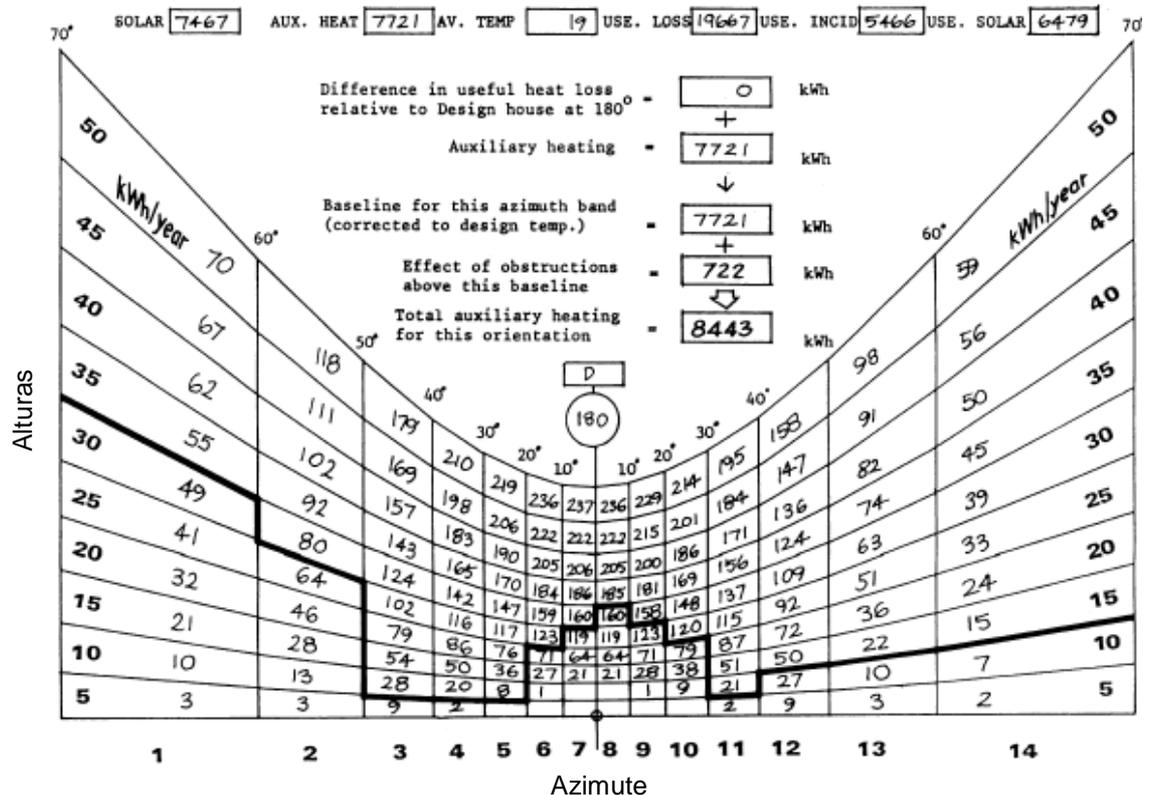


Figura 2.38: Diagrama de ganho solar (fonte: NBA Tectonics, 1988 apud LITTLEFAIR, 1991)

2.5. Programas Computacionais

A maioria dos parâmetros de desempenho e técnicas específicas relacionadas neste capítulo pode ser aplicada de maneira gráfica ou através de programas computacionais. A utilização desses últimos confere precisão e agilidade na aquisição dos resultados.

Nesta seção selecionaram-se alguns exemplos de programas com potencial para a utilização em estudos de impacto de vizinhança. A tabela 2.2 apresenta o resumo deles e os parâmetros de desempenho considerados. A seguir estão dispostas as principais informações de cada programa.

Tabela 2.2: Programas computacionais e seus parâmetros de desempenho

PROGRAMAS COMPUTACIONAIS	Iluminação Natural						Insolação					
	Iluminância	FLDV – Fator de Luz Diurna	Indicadores de Altura Admissível	Linha de “Não Visão” do Céu	AVD – Área de Visão	JCP – Janela de Céu P.	FVC – F. de Visão do Céu	Horas de Sol	Disponibilidade Luz Solar	Radiação Solar	Radiação Solar Ponderada	Ganho solar
Apolux	X	X		X		X	X	X			X	
CityZoom							X	X			X	
Ecotect	X	X		X			X			X		X
Desktop Radiance	X	X								X		
IES Virtual Environment	X	X								X		X
SunTools Plug-in Sketchup							X	X				

2.5.1. Apolux

O programa Apolux foi desenvolvido no LabCon/ARQ – Laboratório de Conforto Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina, pelos professores Anderson Claro e Fernando O. R. Pereira, utilizando como referência conceitual o Modelo Vetorial Esférico desenvolvido por CLARO (1998).

O cálculo da iluminação natural é realizado através de dois módulos. Inicialmente o Fractal prepara um arquivo de desenho no formato *.dxf padronizado. Já o módulo Fóton faz o processamento de cálculo das trocas luminosas.

Os parâmetros FLDV, JCP, horas de Sol e Radiação Solar Ponderada são abordados através da técnica de visibilidade/obstrução (figura 2.39). Para tanto, é necessário estabelecer os pontos de interesse para a máscara durante a modelagem.

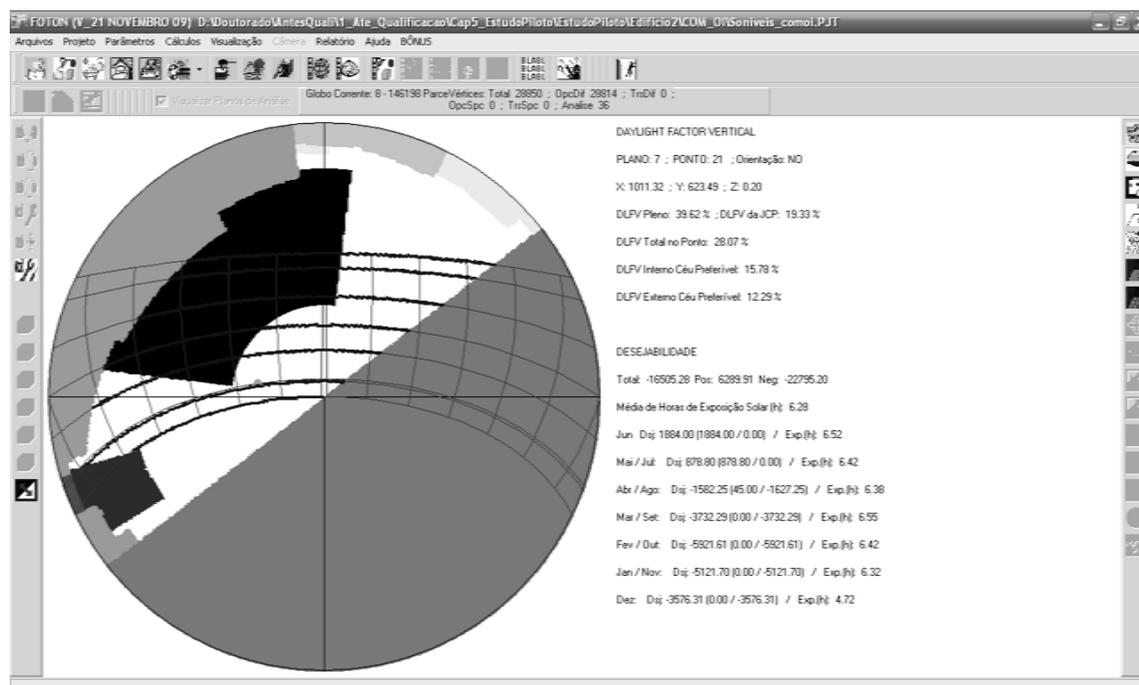


Figura 2.39: Máscara obtida a partir do módulo Fóton do programa Apolux

A iluminância das superfícies também é calculada no programa através do algoritmo da radiosidade e modelos de céu propostos pela IES (*Illuminating Engineering Society of North América*) contendo 15 tipos. O programa fornece imagens semi-realistas (figura 2.40a), iluminâncias para uma superfície através de um *grid* de pontos (figura 2.40b), para todas as superfícies do modelo visualizados em perspectiva (figura 2.40c) ou através de imagens semelhantes a fotos obtidas com uma lente olho de peixe (figura 2.40d). Além disso, dados de luminância e Fator de Luz Diurna também são fornecidos.

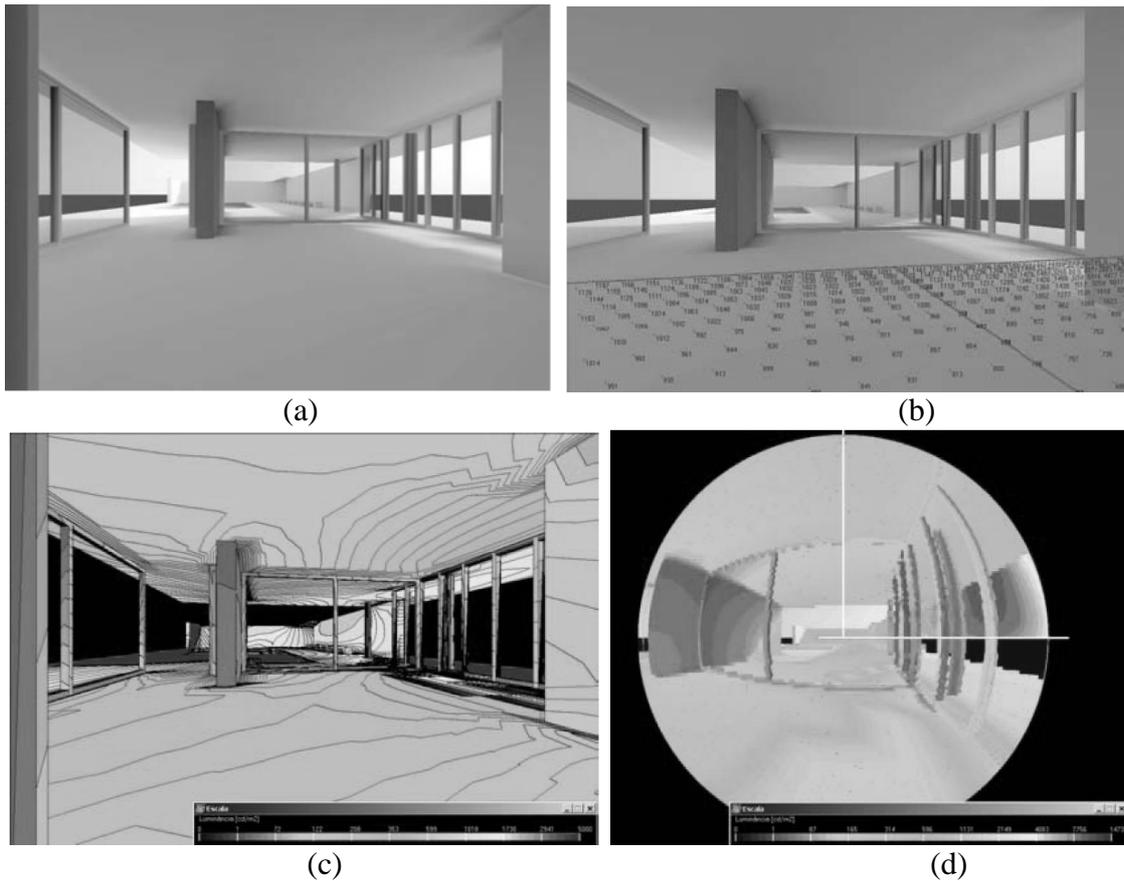


Figura 2.40: Imagem foto-realista (a) e diferentes formas de visualização dos dados de iluminação, através de quantificação (b), curvas isolux em cor falsa (c) e olho de peixe (d) (fonte: CLARO et al, 2005)

2.5.2. Cityzoom

O Cityzoom foi desenvolvido no Simmlab - Laboratório para Simulação e Modelagem em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Este programa se constitui em um ambiente integrado de suporte a decisões em planejamento urbano de diferentes ordens. Em mais de dez anos de desenvolvimento, muitas ferramentas foram desenvolvidas para resolver problemas levantados por diversas cidades dentro e fora do Brasil e por parceiros pesquisadores em todo o mundo (TURKIENICZ et al, 2008).

A insolação e a iluminação urbanas fazem parte do conjunto de ferramentas disponíveis desenvolvidas em colaboração com o LabCon - Laboratório de Conforto Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina. A partir da dissertação de Graziotin (2003) foram incorporadas técnicas de controle ao acesso destes recursos; o envelope solar foi uma destas (figura 2.41). Para a definição dos ângulos foram

utilizados os parâmetros de Radiação Solar Ponderada e horas de insolação. Além disso, o usuário do programa pode inserir os ângulos do envelope solar se adotar outros critérios.

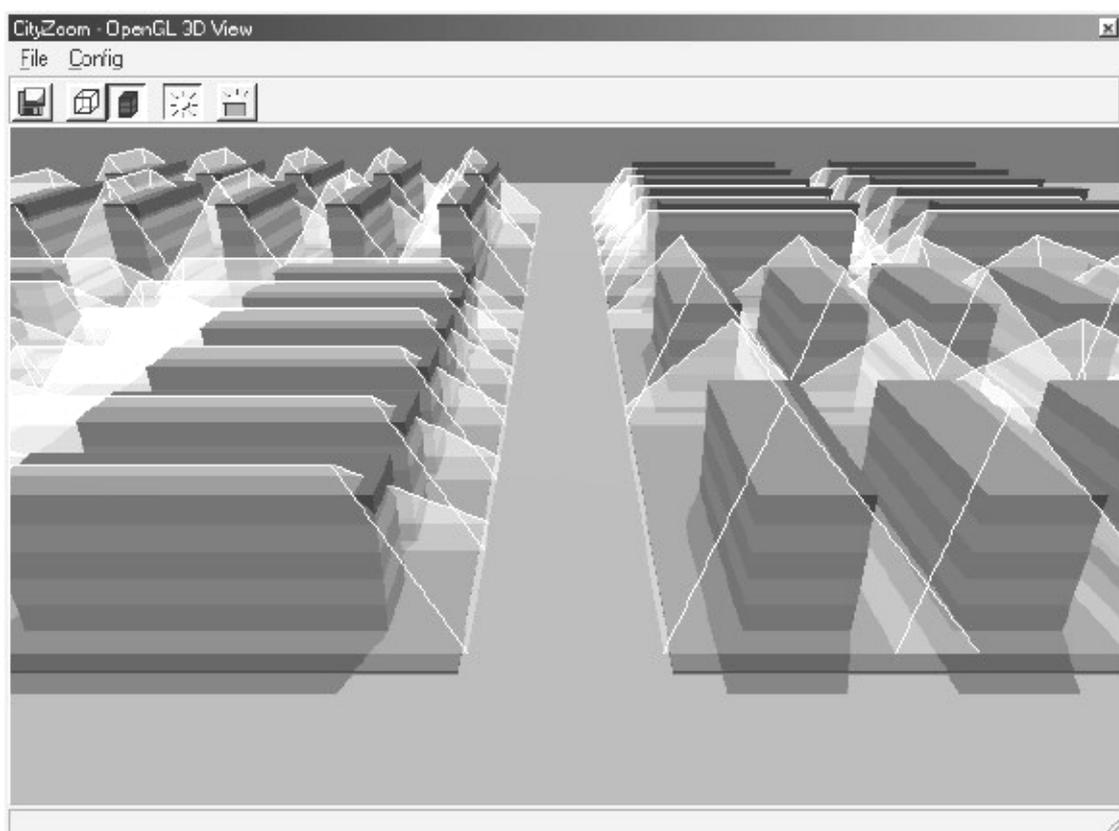


Figura 2.41: Sobreposição de edificações e envelopes solares (fonte: Grazziotin, 2003)

Além do envelope solar, a técnica de estudo de sombras já existente foi refinada permitindo a geração de imagens realistas e em tempo real.

Em relação à iluminação natural e insolação, a técnica de visibilidade/obstrução também foi congregada (figura 2.42). A partir da projeção estereográfica, o parâmetro FVC - Fator de Visão do Céu pode ser quantificado e visualizado. Dados relacionados às horas de Sol também são disponibilizados.

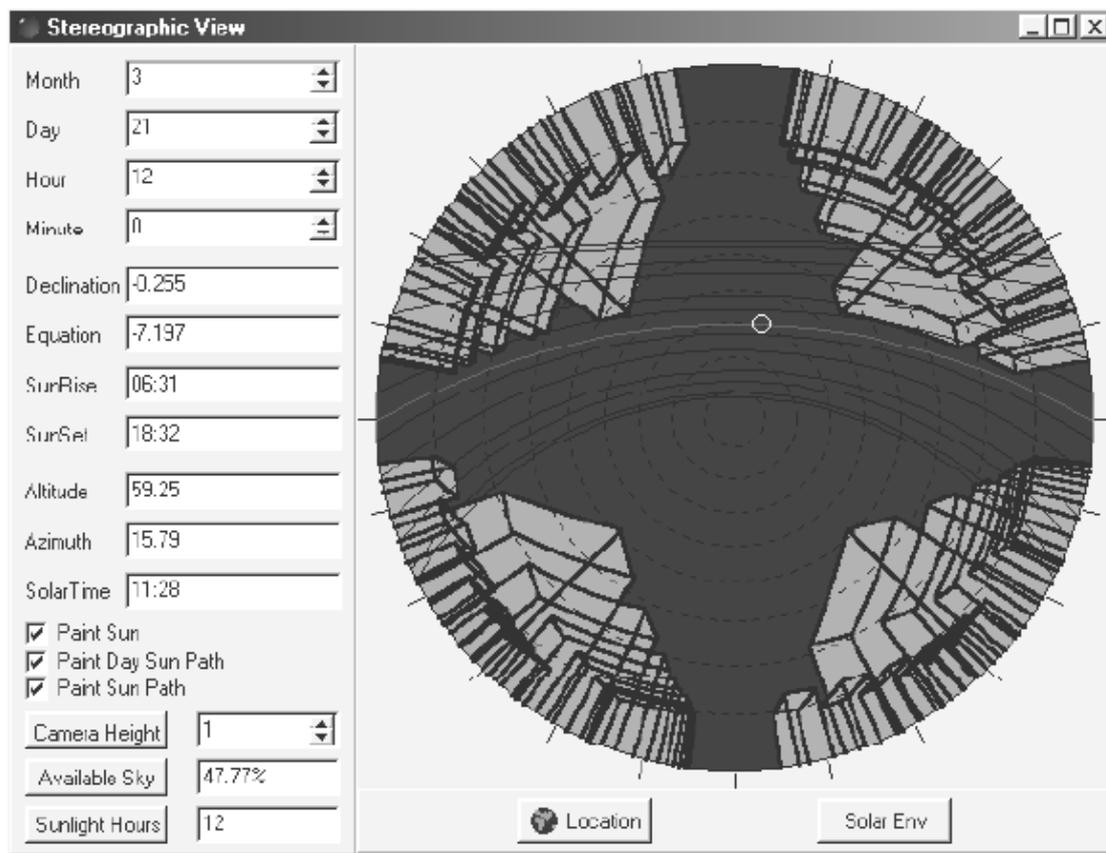


Figura 2.42: Projeção estereográfica (fonte: Grazziotin, 2003)

2.5.3. Ecotect 2010

O programa Ecotect foi desenvolvido para arquitetos e, por esta razão, possui uma interface gráfica intuitiva visando facilitar o entendimento dos efeitos gerados por diferentes fenômenos ambientais, principalmente nas etapas iniciais do projeto (AUTODESK, 2010).

O programa possui parâmetros de desempenho tanto para a análise da iluminação natural quanto para a insolação. No primeiro caso, são verificados: iluminância, Fator de Luz Diurna, Fator de Visão do Céu e Linha de “não visão” do céu.

Os parâmetros relativos à insolação são: radiação e ganho de calor solar. A figura 2.43 representa a radiação solar incidente nas fachadas dos edifícios e no piso através da gradação de cores.

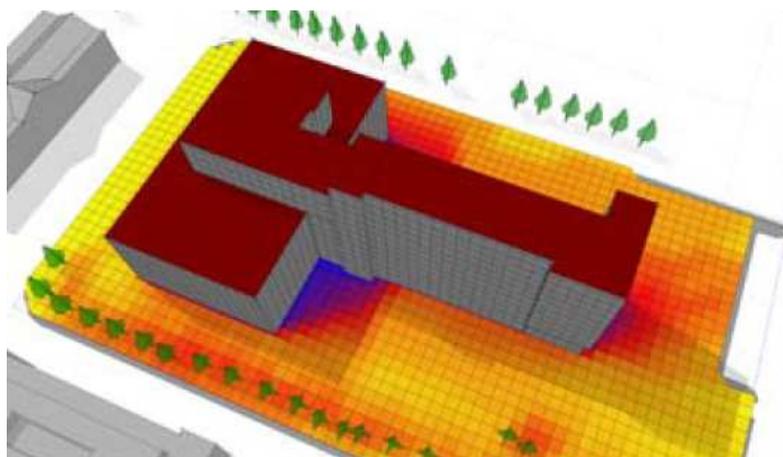


Figura 2.43: Representação gráfica da radiação solar incidindo em uma edificação (fonte: http://images.autodesk.com/adsk/files/ecotectanalysis_detail_brochure.pdf/)

Em relação às técnicas abordadas para a avaliação destes parâmetros, verificam-se estudos de sombras (figura 2.44), envelope solar (figura 2.45) e representação da visibilidade/obstrução (figura 2.46).

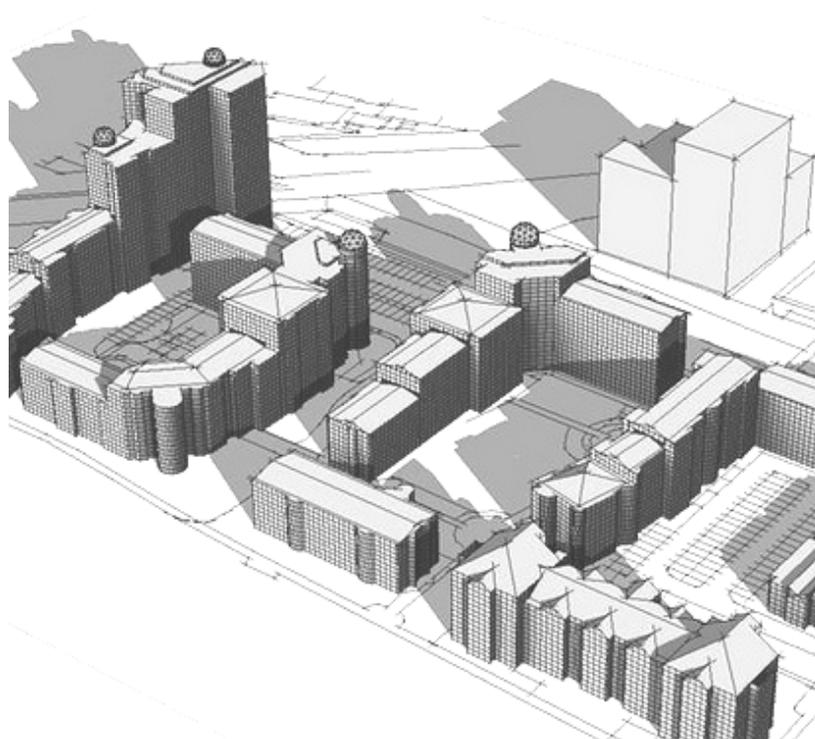


Figura 2.44: Exemplo de estudo de sombras (fonte: <http://www.green-design.it/foto/ecotect/scgermata%20ecotect2.jpg/>)

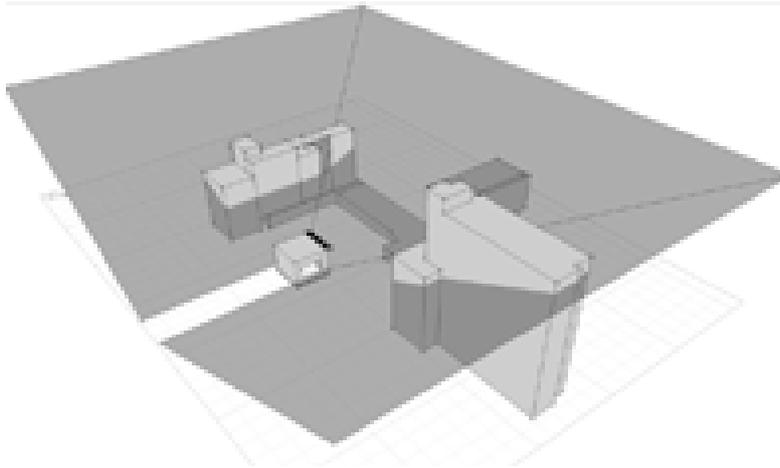


Figura 2.45: Exemplo de envelope solar
(fonte: http://www.excitech.co.uk/products/ecotect/autodesk_ecotect.asp/)

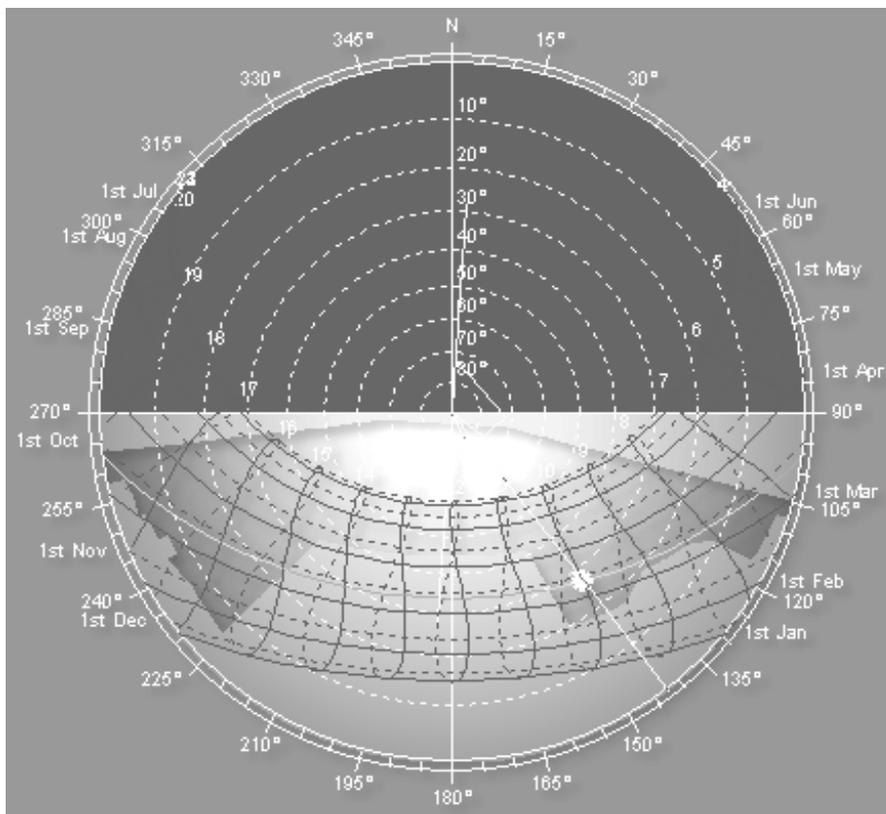


Figura 2.46: Exemplo de visibilidade/obstrução de uma fachada (fonte: <http://www.squ1.com/archive/index.php?http://www.squ1.com/archive/daylight/df-ecotect.html>)

2.5.4. Desktop Radiance

O uso do Desktop Radiance tem sido empregado em pesquisas de iluminação natural e artificial por diversos autores (alguns exemplos: GALASIU & ATIF, 2002; HIIV et al, 2008; LI & TSANG, 2008; FREEWAN et al, 2008; LI et al, 62

2009; DU & SHARPLES, 2010; BODART et al, 2010). Este programa foi desenvolvido no *Lawrence Berkeley Laboratory* (Califórnia, Estados Unidos).

Para o cálculo do fenômeno da iluminação natural utiliza-se o método do raio traçado (*ray tracing*). Este consiste na determinação da quantidade de luz que incide no objeto tridimensional em uma direção específica. Como parâmetros de desempenho resultantes deste método têm-se, por exemplo, o Fator de Luz Diurna (figuras 2.47) e a iluminância (figura 2.48).

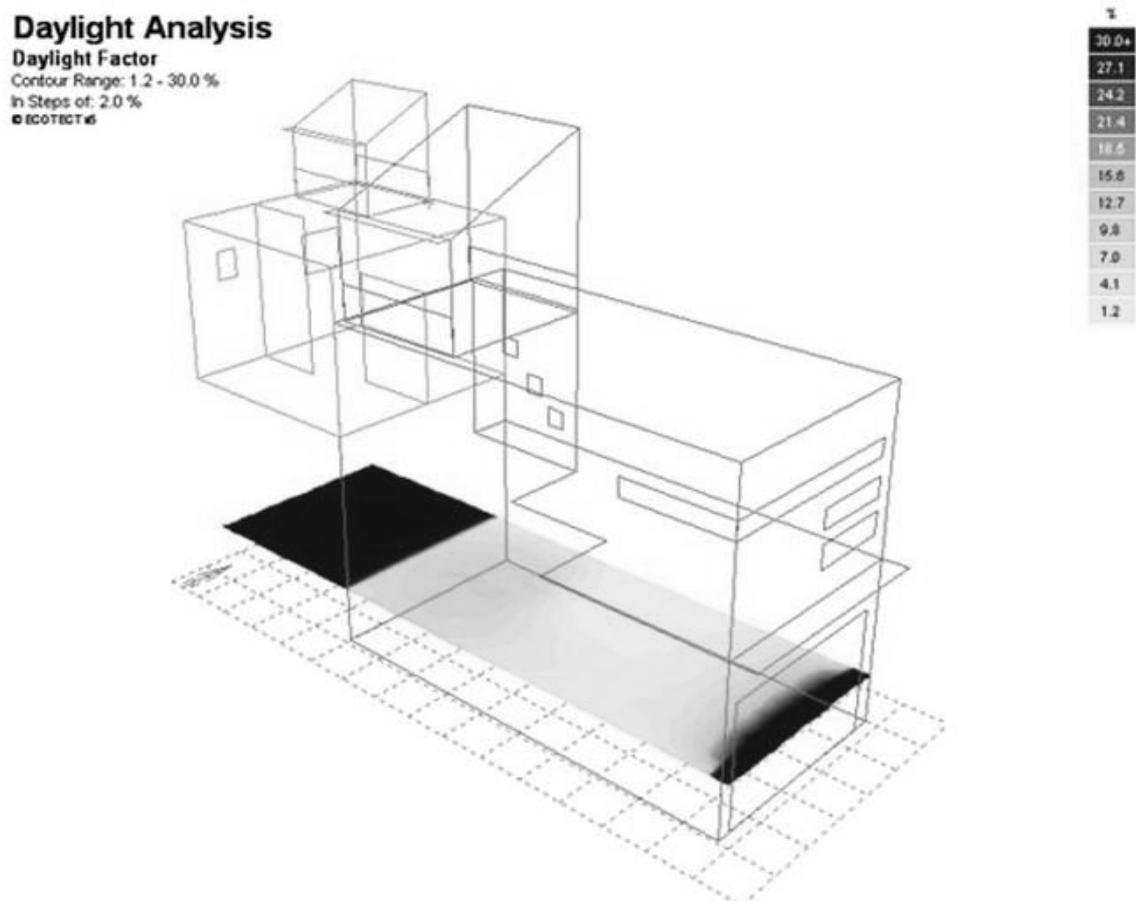


Figura 2.47: Análise do FLD em uma edificação (fonte:http://www.architecture.uwaterloo.ca/faculty_projects/terri/carbon-aia/teaching/laroche/laroche6.html)

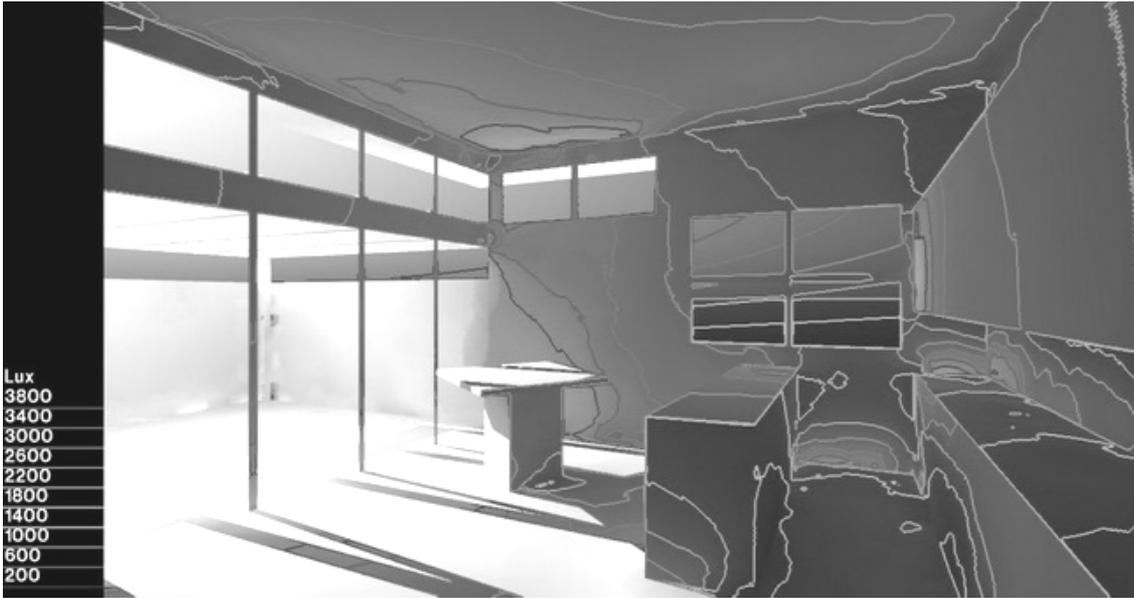


Figura 2.48: Análise da iluminância em uma edificação (fonte: http://www.architecture.uwaterloo.ca/faculty_projects/terri/carbonaia/teaching/laroche/laroch e6.html)

2.5.5. IES Virtual Environment

A *IES – Integrated Environmental Solutions* foi fundada em 1994 com o objetivo de desenvolver o que eram ferramentas acadêmicas simplificadas para a análise e projeto de edificações. O programa *Virtual Environment* é uma destas ferramentas destinada à análise de parâmetros ambientais nas diferentes etapas de projeto.

Recentemente, o programa também está disponível em *plugins* para o Autodesk Revit 2010 e Google Sketchup Pro (figura 2.49).

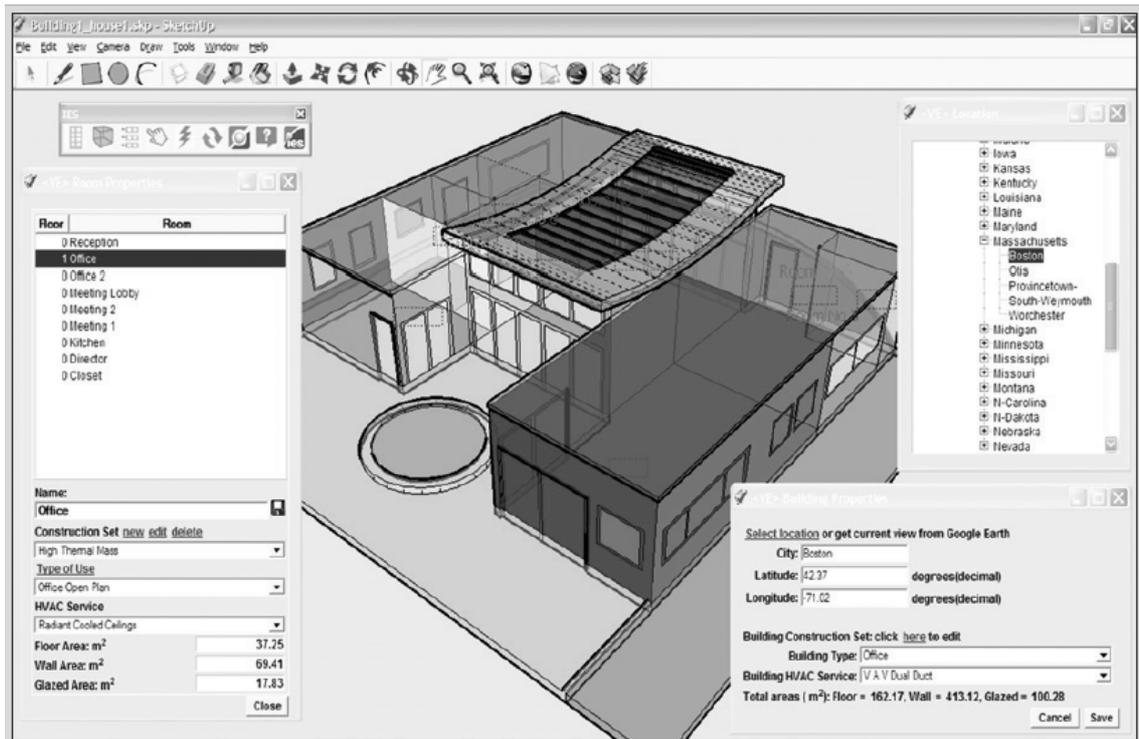


Figura 2.49: Interface do *plugin* do Sketchup
 (fonte: http://www.ecobuild.co.uk/var/uploads/exhibitor/207/08_3.pdf)

Os parâmetros de interesse desta tese que o programa considera são a iluminância, o FLD (figura 2.50), radiação solar e o ganho de calor solar.

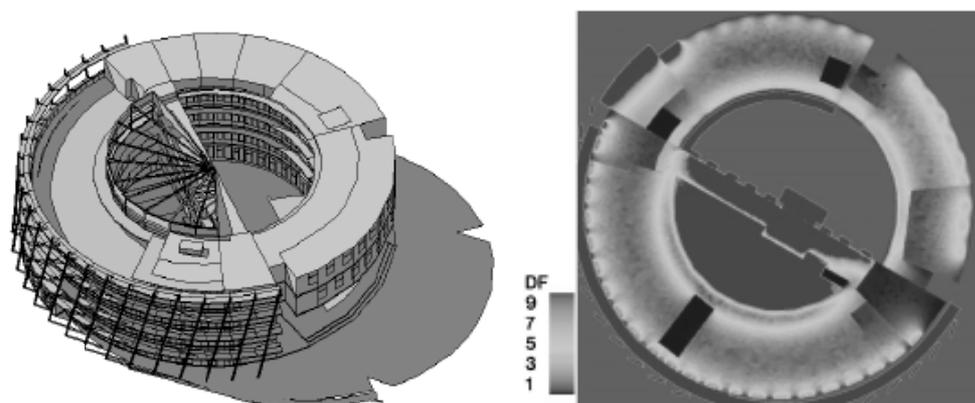
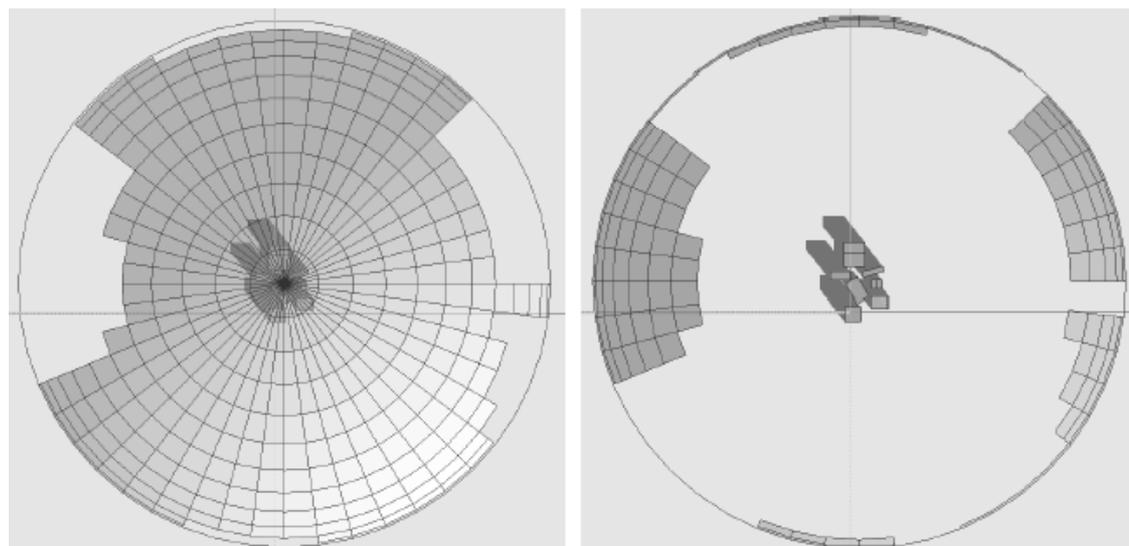


Figura 2.50: Exemplo de análise do FLD (fonte: <http://www.iesve.com/content/mediaAssets/Consultancy%20PDF%20reviews/Office%20of%20Public%20Works.PDF>)

2.5.6. SunTools Plug-in Sketchup

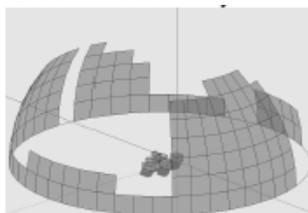
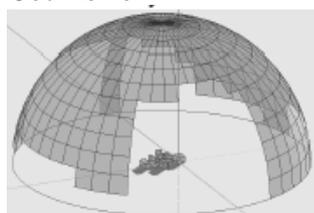
O Sketchup é um programa utilizado para modelagem tridimensional, assim como os programas do tipo CAD. Entretanto, sua interface facilita a confecção, visualização e navegação dos modelos gerados.

Em 2009, o professor Guedi Capeluto do Instituto Israelense de Tecnologia desenvolveu um *plugin* contendo ferramentas para a análise da iluminação e insolação. A técnica de visibilidade/obstrução é aplicada em ambos os casos, sendo necessária a escolha de um ponto de referência interno ou externo à edificação. As horas de Sol são verificadas através da visibilidade da trajetória solar e o FVC através da definição de porções do céu visíveis ou não (figura 2.51).

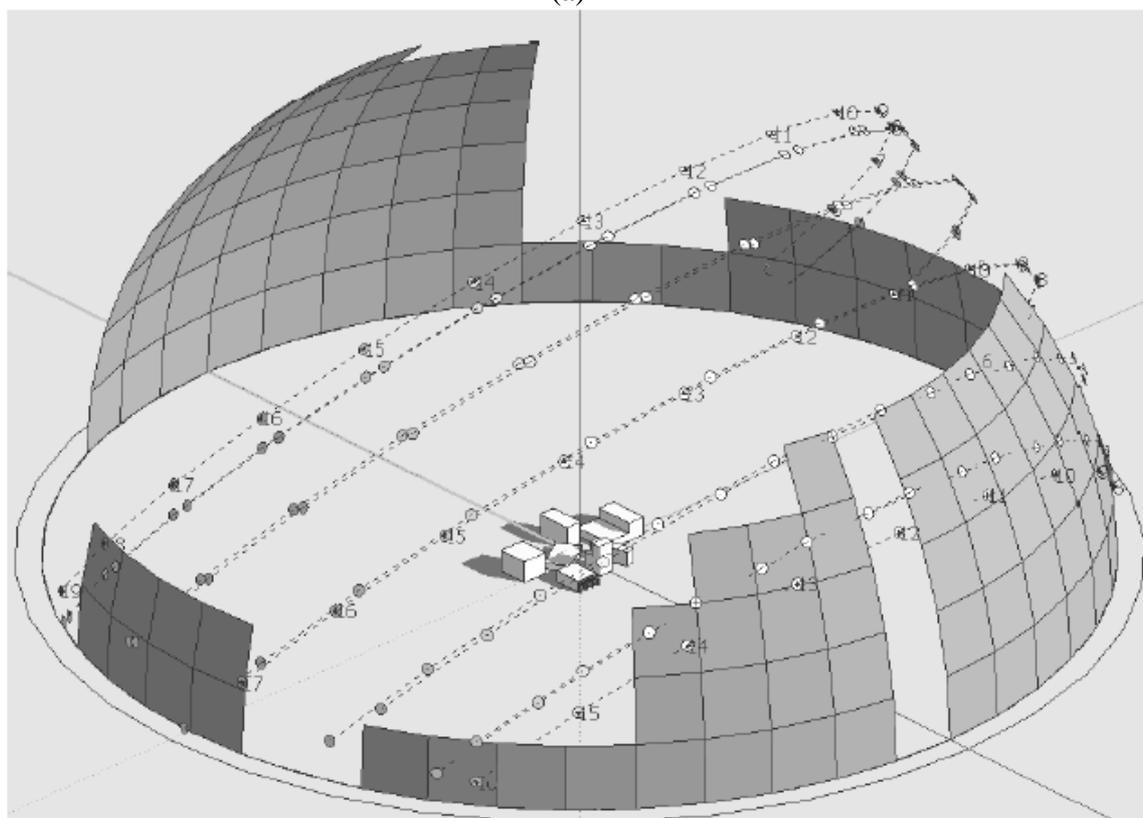


Céu visível

Céu obstruído



(a)



Visão do céu + Trajetória solar

(b)

Figura 2.51: Exemplo de análise identificando o céu visível e obstruído (a) e céu visível juntamente com a trajetória solar (fonte: http://tx.technion.ac.il/~arrguedi/SunTools/dwnld_after_reg/stdwnld/sunTools_helpV2.pdf)

2.6. Considerações Finais

Para cada parâmetro de avaliação da iluminação natural e insolação descrito, existem aspectos positivos e limitações a serem considerados. Da mesma forma em relação às técnicas de análise, principalmente no que se refere à utilização em estudos de impacto de vizinhança (EIV).

Em relação à iluminação natural, a iluminância, apesar de ser o parâmetro referencial que originou outros, não se apresenta como o mais adequado para a avaliação do ambiente urbano. Isto ocorre em virtude da disponibilidade de luz natural que varia consideravelmente ao longo do dia e ano.

O FLD - Fator de Luz Diurna apresenta-se como um parâmetro mais adequado, mesmo tendo sua origem na iluminância. Isto ocorre pelo fato do mesmo considerar a parcela incidente de iluminação natural de acordo com a disponibilidade de maneira constante para as diferentes condições de céu e sem variação azimutal.

Como referência, o parâmetro considera a pior condição de disponibilidade de luz natural, o céu encoberto. Este céu caracteriza-se pela ausência da luz direta do Sol e homogeneidade de nuvens. Neste caso, garantindo-se uma porcentagem mínima desta fonte, será garantida a iluminação adequada nas demais variações da disponibilidade celeste. Entretanto, quando houver excesso, o controle poderá ser efetivado através de dispositivos de sombreamento inseridos nas aberturas.

O FLDV foi utilizado como parâmetro base para a confecção de outros, como a AVD – Área de Visão Desobstruída. Ambos consideram as porções obstruídas e desobstruídas para a aferição da iluminação natural incidente.

Em relação à AVD, faz-se necessário destacar a pesquisa realizada por Ng (2003). Utilizou-se de entrevistas e simulações para a determinação de um valor mínimo de FLDV que satisfizesse os usuários de espaços urbanos com elevada densidade construída. Apesar de ser a única fonte de pesquisa desta natureza, os valores encontrados podem variar por razões sócio-culturais e por fatores climáticos, como salienta o próprio autor. Não obstante a limitação na própria pesquisa, a utilização destes valores em outros países certamente teria as mesmas limitações.

A AVD, além de utilizar o FLDV como parâmetro base, se fundamenta nos indicadores de altura admissíveis. Estes últimos foram um avanço na época por considerar não apenas ângulos limitando a altura dos edifícios - como os 70° a partir do

eixo das ruas centrais de Florianópolis e em tantas outras cidades do mundo – mas também ângulos horizontais controlando o espaçamento entre as edificações.

Apesar da iniciativa de Hopkinson (1966) através dos indicadores de altura admissível e a utilização da Linha de “não visão” do céu muitas vezes difícil para vizinhanças muito obstruídas, atualmente existem formas mais avançadas de determinar uma zona angular desobstruída. Estas podem ser verificadas na Componente celeste, AVD e JCP.

Já a JCP não utiliza o FLDV (diretamente), mas um conjunto de variáveis: distribuição de luminâncias da abóbada, a frequência de visibilidade do céu para diferentes tipologias de ambientes e o efeito redutor do co-seno do ângulo de incidência para a determinação de sua zona angular. Segundo Leder (2007), as propostas de controle de obstrução do céu de autores como Hopkinson (1966), Littlefair (1991) e Robbins (1986) podem ser consideradas limitadas, pois se resumem à determinação de ângulos de proteção, que desconsideram os vazios entre as edificações e a variação do potencial de iluminação da abóbada celeste.

O último parâmetro de avaliação da iluminação natural refere-se ao FVC – Fator de Visão do Céu. Este se constitui de apenas uma porcentagem de visibilidade do céu, necessitando ser associado a outros parâmetros físicos.

Em relação aos parâmetros relativos à insolação, como descrito anteriormente, simplesmente um número de horas de Sol nas fachadas pode ser questionável para determinadas finalidades. Assim como o FLDV, este parâmetro também pode ter implicações sócio-culturais. Entretanto, é reconhecido que existam necessidades psico-fisiológicas humanas associadas, além da grande importância que o aquecimento solar passivo possui em algumas cidades e períodos do ano devido às condições climáticas.

Já em relação à radiação solar, é importante conhecer as necessidades humanas de cada período, dia e hora do ano, e não somente a sua magnitude. A radiação solar ponderada proposta por Aroztegui (1981) indica esta necessidade através de valores de desejabilidade e indesejabilidade utilizando o diagrama de trajetórias associado. Desta forma, as horas de Sol não são tratadas apenas por sua quantidade.

A disponibilidade de luz solar também se apresenta como mais um dado horário do diagrama de trajetórias solar sobre a probabilidade do Sol estar brilhando, assim como a radiação solar ponderada.

Em relação ao ganho solar, as propriedades térmicas das aberturas necessitam ser consideradas. Além disso, assim como os dados de radiação, este parâmetro apenas quantifica o ganho solar sem qualificar a necessidade deste ganho mais ou menos em diferentes períodos do ano.

Sobre as técnicas de análise para ambos os fenômenos iluminação natural e insolação faz-se necessário considerar algumas questões tendo em vista o objetivo geral desta tese. A proposta de um método para a avaliação dos impactos sobre a iluminação natural e insolação parte do pressuposto da utilização de parâmetros em uma técnica integradora dos fenômenos.

O primeiro grupo (critério angular simples, zona angular e envelope solar) e o segundo (diagrama de trajetória e diagrama de trajetória associados) consideram apenas a parcela de iluminação natural ou insolação incidente nas fachadas e não a interação entre as superfícies. Este é um aspecto importante para a utilização destas técnicas em EIV já que o objetivo é garantir uma parcela mínima dos fenômenos nas fachadas.

Além desta vantagem, os dois grupos de técnicas podem ser utilizados tanto para a iluminação natural e insolação, possibilitando a integração dos fenômenos em um método.

Desta forma, a utilização das técnicas presentes nestes grupos apresenta-se bastante favorável na aplicação de estudos de impactos de vizinhança. A única ressalva está na verificação de vários pontos de análise, necessitando um suporte computacional.

Neste sentido, existem programas computacionais disponíveis para a análise dos parâmetros utilizando diferentes técnicas de análise. Alguns exemplos foram verificados neste capítulo. Foram observados programas específicos para a análise da iluminação natural e insolação e até mesmo a incorporação de ferramentas simplificadas em programas do tipo CAD para tal objetivo.

3. ABORDAGEM DA ILUMINAÇÃO NATURAL E A INSOLAÇÃO EM ESTUDOS DE IMPACTO DE VIZINHANÇA REALIZADOS

3.1. Introdução

O objetivo deste capítulo é apresentar as características dos estudos de impacto de vizinhança já realizados sobre a iluminação natural e insolação para novas edificações urbanas, conforme a figura 3.1.



Figura 3.1: Estrutura do capítulo 3

3.2. Estudos nacionais

A pesquisa nacional foi desenvolvida em duas etapas. A primeira delas envolveu a busca por informações junto às empresas que realizam EIVs (item 3.2.1). Além disso, realizou-se a coleta de informações sobre estudos de impacto através de contato direto com as instituições de planejamento urbano e através da Internet (item 3.2.2).

3.2.1. Empresas

Foram encontradas 59 empresas no Brasil através da Internet (seus nomes e sites estão listados no Anexo A). Um e-mail foi enviado a cada uma apresentando a pesquisa e solicitando informações sobre quais parâmetros de desempenho e técnicas específicas para avaliar a iluminação natural e insolação têm sido utilizadas nos EIVs. O resumo dos resultados encontra-se na tabela 3.1.

Tabela 3.1: Respostas das empresas

Resposta	Nº empresas
a) Não respondeu	43
b) Respondeu que a avaliação do item iluminação não tem sido solicitada pelos clientes da empresa	5
c) Encaminhou o e-mail para pessoas especializadas da empresa, entretanto essas não enviaram resposta	3
d) Respondeu o e-mail, mas sem o enfoque solicitado	3
e) Não realizam EIVs, apesar de constar no site	2
f) Utilizam estudo de sombra	2
g) Justificou a ausência de impactos na iluminação considerando que o projeto atendeu aos índices mínimos presentes no regime urbanístico (recuos mínimos e altura máxima, por exemplo)	1
Total	59

Das cinquenta e nove empresas contatadas, quarenta e três não responderam.

Seis empresas não esclareceram os questionamentos. Três delas responderam o e-mail, entretanto a resposta não envolveu o conteúdo solicitado. Outras três encaminharam o e-mail a pessoas especializadas dentro da própria empresa, entretanto, estas não enviaram uma resposta.

Estudos de impacto de vizinhança para o item iluminação não têm sido realizados por oito empresas. Duas não efetuam esta análise apesar de constar no site. Cinco também não a realizam, pois a avaliação da iluminação não tem sido solicitada pelos seus clientes. Finalizando este grupo, considerou-se que uma das empresas consultadas também não realiza esta avaliação, pois justifica a ausência de impactos na iluminação pelo fato do projeto atender aos índices mínimos presentes no regime urbanístico (recuos mínimos e altura máxima, por exemplo).

Apenas duas empresas responderam algumas das informações solicitadas no e-mail. Ambas utilizam a técnica estudo de sombra para a análise do item iluminação, ou seja, realizam na verdade a análise da geometria da insolação.

Uma empresa respondeu que utiliza programas computacionais para verificar as sombras projetadas (Vectorworks e Lightwave 3d). Em relação à determinação dos impactos, a informação foi superficial, limitando-se a declarar que “esta é bastante variável, sendo

indispensável uma análise caso a caso, pois em algumas situações as sombras são importantes e, em outras, nem tanto”.

Outra empresa também utiliza programas computacionais (AutoCAD e Sketchup) para a determinação das projeções das sombras. Paralelamente, quando possível, as sombras são fotografadas para mostrar a validade dos modelos computacionais, pois algumas pessoas não acreditam nas projeções, segundo a empresa.

3.2.2. Instituições

Foram realizadas pesquisas em instituições públicas de planejamento urbano *in loco* e através da Internet. Sessenta e seis estudos foram encontrados - todos referenciados no Anexo B desta Tese. A pesquisa *in loco* ocorreu em Florianópolis onde a prefeitura já exige o EIV para determinados empreendimentos. Através da Internet encontraram-se mais estudos nas prefeituras municipais de Bragança Paulista/SP, Niterói/RJ e Araucária/PR. A transcrição dos principais resultados sobre a consideração do item iluminação está descrita na tabela 3.2.

Tabela 3.2: Resultado da pesquisa sobre estudos de impacto nacionais em instituições

Consideração a respeito do item “iluminação”	Nº estudos
a) “A edificação não afetará a vizinhança, haja vista a construção atender os índices de iluminação mínimos”.	33
b) “O Empreendimento tem alta luminosidade, as condições das edificações, altura e distância dos prédios garantem a grande luminosidade. O empreendimento não produz zonas de sombra” – Conclui, mas não demonstra.	12
c) “Os estudos de sombras gerados pelas edificações indicam que em razão da localização do mesmo, os principais efeitos foram em áreas do próprio empreendimento” – Conclui, mas não demonstra.	11
d) Utilizam técnicas específicas definidas	7
e) “O prédio, valendo-se da declividade comum da topografia de nossa cidade, foi construído acompanhando o declive do terreno, não acarretando problemas de iluminação a terceiros” – Conclui, mas não demonstra.	2
f) “Por se tratar de um projeto arquitetonicamente na sua forma de um quadrado ele possibilita em toda sua volta janelas para a iluminação natural já contendo na sua cobertura telhas translúcidas para ajudar na iluminação interna”.	1
Total	66

Trinta e três estudos justificaram a ausência de impactos em virtude do projeto atender os índices mínimos de iluminação definidos no regime urbanístico da cidade, tal qual relatou uma das empresas consultadas.

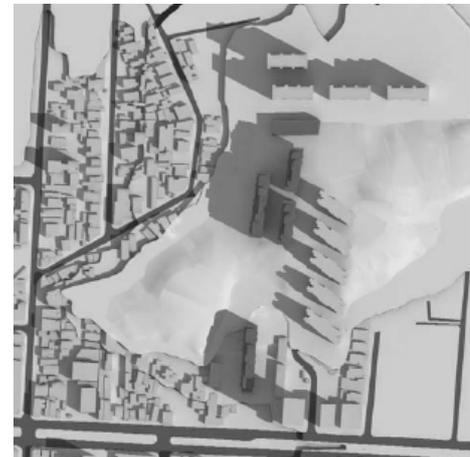
Alguns estudos não demonstram a análise dos impactos, mas concluem a respeito. Onze garantem que as zonas de sombra geradas pelas edificações ocorrem apenas na área do empreendimento, ou seja, sem afetar a vizinhança. Outros dois estudos asseguram que a vizinhança não será prejudicada em termos de iluminação já que o projeto se apropria da declividade da topografia da cidade.

Curiosamente, treze estudos concluem sobre a própria edificação e não sobre a sua vizinhança. Doze destes relatam que o “empreendimento tem grande luminosidade”. Além disso, afirmam que o mesmo não produz zonas de sombras, ignorando noções básicas da física do ambiente construído. Um dos estudos também relata sobre a própria edificação constatando que existem janelas e telhas translúcidas para auxiliar na iluminação. Apenas sete dos estudos pesquisados utilizaram técnicas específicas. Em todos eles foi empregada a técnica de estudos de sombras (exemplos na figura 3.2), considerando-se,

portanto, apenas a insolação. No caso de Florianópolis, existe um termo de referência (FLORIANÓPOLIS, 2004) que a referida técnica de análise.



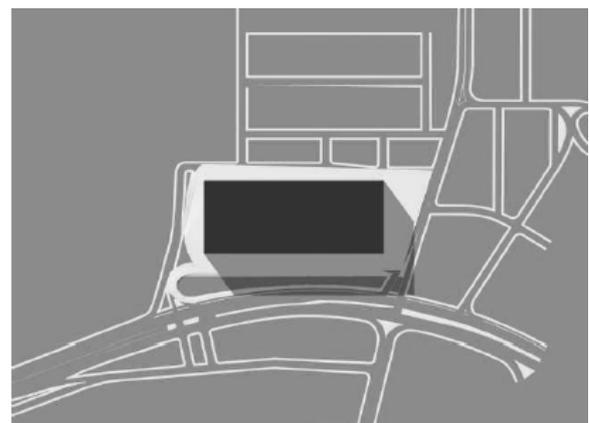
Condomínio São Domingos – Niterói/RJ
(fonte: MENDES, 2008b)



Alameda São Boaventura – Niterói/RJ
(fonte: MENDES, 2008c)



Plaza Shopping – Niterói/RJ
(fonte: MENDES, 2008a)



Shopping Iguatemi – Florianópolis/SC
(fonte: NOR & PAPST, 2005)

Figura 3.2: Imagens de alguns estudos de sombra encontrados (fonte: indicada)

Algumas características destes estudos são destacadas a seguir:

- Parâmetros de desempenho: Não há definição de parâmetros de desempenho em todos os casos, apenas a técnica de investigação e representação – estudo de sombras - é demonstrada.

- Critério para definir o tipo de impacto: O critério é apenas visual, descrevendo simplesmente as sombras geradas em determinados períodos do ano. Em todos os casos, conclui-se que existe ausência de impactos.

- Área de abrangência dos impactos: A área é definida pelo alcance das sombras verificadas, em cada hora e data analisada.

- Modelagens: Através das ilustrações presentes nos estudos constata-se que todas as modelagens foram feitas por programas do tipo CAD.

- Simulações: Nenhum estudo cita o programa utilizado nas simulações, entretanto, acredita-se que sejam programas do tipo CAD, como o próprio AutoCAD ou Sketchup. Os períodos analisados são variáveis: dois estudos avaliam os equinócios e solstícios a cada duas horas, dois apenas identificam as sombras como sendo de manhã, meio dia e à tarde, um deles avalia as sombras em janeiro e junho às oito, onze, treze e quinze horas e dois estudos a cada duas horas no solstício de inverno.

3.3. Estudos internacionais

A pesquisa por estudos de impacto de vizinhança internacionais ocorreu através da Internet. Foram encontrados diversos termos que representam os estudos mais próximos aos EIVs realizados no Brasil, tais como: *draft project impact report*, *draft environmental assessment*, *environmental impact report*, *environmental impact assessment* e *environmental statement*.

Os referidos termos foram pesquisados associando-se a eles as palavras iluminação natural e insolação. Foram encontrados setenta e cinco estudos (referenciados no Anexo C) em sete países: Inglaterra, Irlanda, Escócia, Austrália, Estados Unidos, França e Canadá. Quarenta e três estudos consideraram tanto a iluminação natural quanto a insolação, onze apenas a iluminação e vinte e um apenas a insolação.

3.3.1. Iluminação Natural

Em relação à iluminação natural dois métodos foram encontrados (tabela 3.3). O método BRE - *Building Research Establishment* foi empregado em quarenta e oito estudos. Já o método BRADA - *Boston Redevelopment Authority Daylight Analysis* em apenas seis. Ambos estão detalhados a seguir.

Tabela 3.3: Métodos encontrados nos estudos para iluminação natural

Iluminação Natural	Nº estudos
BRE - <i>Building Research Establishment - Guidance</i>	48
BRADA - <i>Boston redevelopment authority daylight analysis</i>	6
Total	54

3.3.1.1. BRE

A aplicação do método BRE foi verificada nos países do Reino Unido, principalmente na Inglaterra. Esse país possui legislações nacionais relacionadas ao impacto de novas edificações; nos estudos encontrados foram citadas duas delas. A primeira refere-se ao “*Planning Policy Statement: Delivering Sustainable Development*” de 2005 que visa a proteção da qualidade ambiental urbana e rural existente. A segunda, “*Town and Country Planning (Environmental Impact Assessment) Regulations*”, de 1999, aborda especificamente sobre regulamentos relativos aos impactos de vizinhança.

Além das legislações nacionais, em diversas cidades da Inglaterra localizaram-se legislações locais análogas aos termos de referência brasileiros, indicando o método que deve ser empregado para cada um dos itens analisados. No caso da iluminação natural e insolação deve ser utilizado o método BRE contido na bibliografia “*Site layout planning for daylight and sunlight: A guide to good practice*” produzida em 1991 (Littlefair, 1991).

O método BRE descreve procedimentos distintos para a avaliação da iluminação natural e insolação. Entretanto, duas características são comuns na avaliação dos fenômenos. Uma delas refere-se à delimitação da vizinhança envolvendo apenas as edificações limítrofes ao empreendimento (exemplo na figura 3.3 – as edificações que foram analisadas estão identificadas com siglas).

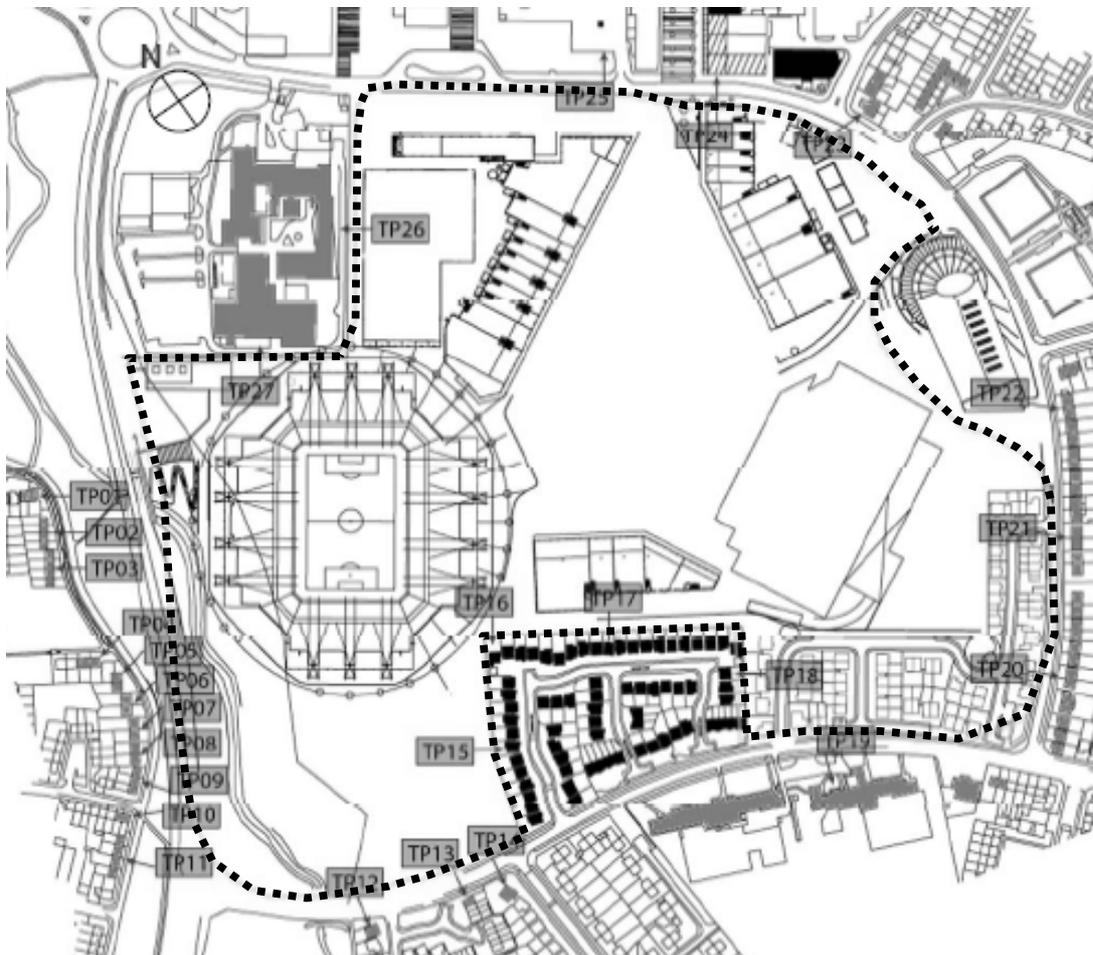


Figura 3.3: Edificações vizinhas analisadas identificadas com siglas e delimitação da vizinhança (fonte: BROADWAY MALYAN, 2007)

Além disso, as análises do impacto nas edificações vizinhas são feitas em suas aberturas (exemplo na figura 3.4 – janelas das edificações analisadas, também identificadas com siglas).

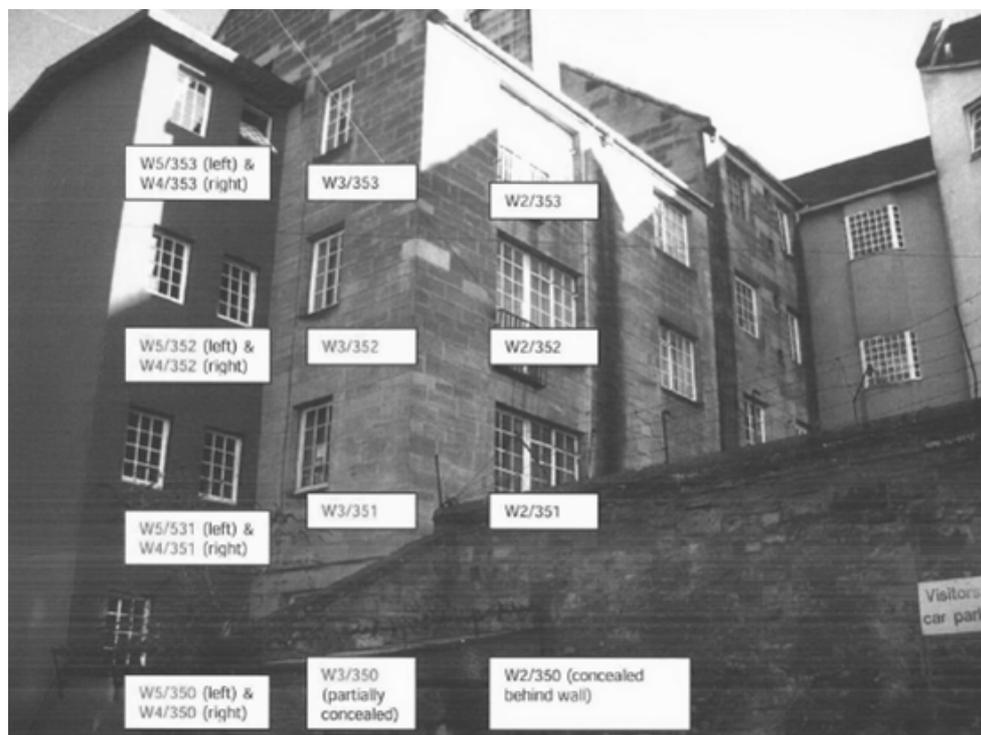


Figura 3.4: Janelas analisadas identificadas com siglas (fonte: ENVIRON UK, 2007b)

A avaliação do acesso à iluminação natural na vizinhança possui quatro etapas (a componente celeste vertical é participante da segunda e terceira etapas) (figura 3.5); de acordo com o resultado da primeira etapa será necessário ou não efetuar a segunda, e assim sucessivamente.



Figura 3.5: Etapas de avaliação através do método BRE em relação aos impactos sobre a iluminação natural da vizinhança

a) Primeira etapa:

A primeira etapa refere-se à verificação da obstrução vertical através de uma vista em corte compreendendo a edificação analisada e sua vizinhança. Traça-se uma linha a partir de um ponto na fachada da edificação analisada a 2 metros do solo (representando a altura da verga) com um ângulo de 25 graus (exemplos de estudos pesquisados nas figuras 3.6 e 3.7). As edificações vizinhas não devem exceder o ângulo desta reta. O valor de 25 graus é derivado de uma das pesquisas realizadas por Littlefair (1991) em que o autor

avaliou recomendações para o Reino Unido baseadas nos tipos de edificações mais comuns presentes na Inglaterra. Como resultado, segundo o autor, o referido ângulo mostrou-se um critério razoável para o espaçamento de edificações. Além disso, Littlefair (1991) comenta que o ângulo está em consonância com o trabalho de Evans (1980) que também estabelece ângulos de obstrução vertical, mas para diferentes tipos de clima.

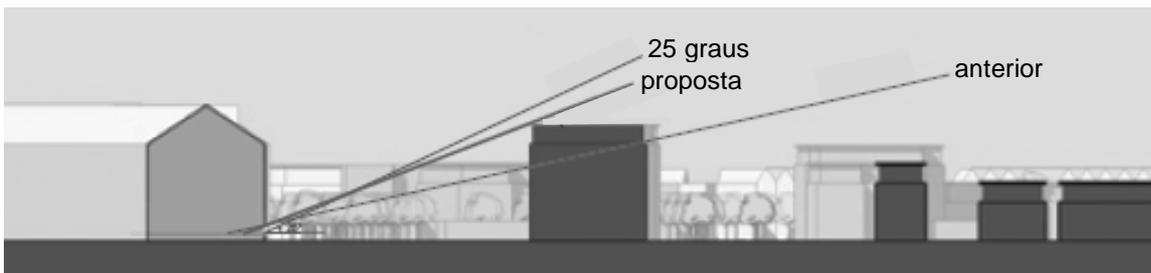
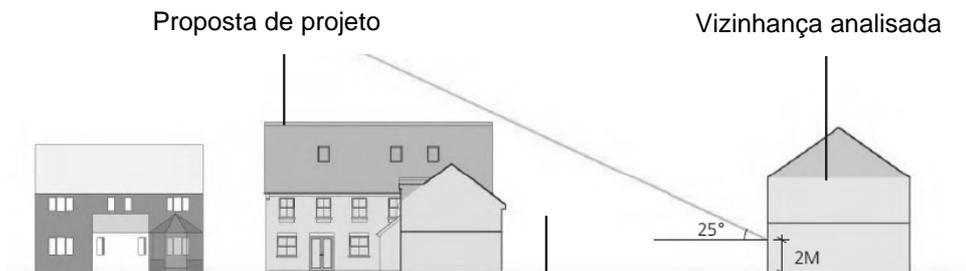
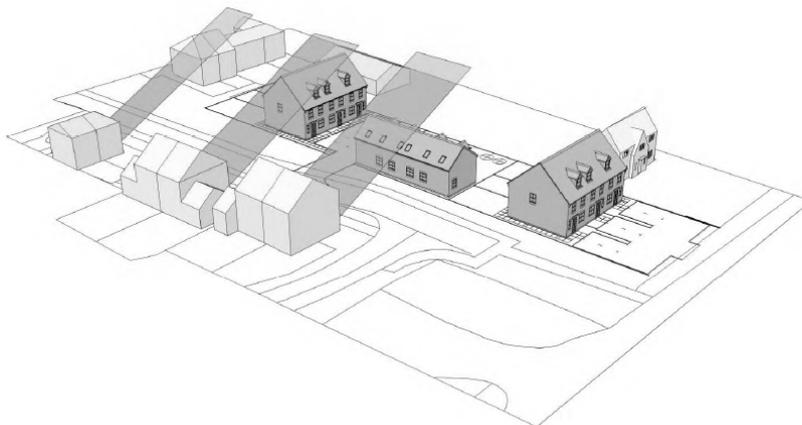


Figura 3.6: Verificação da obstrução vertical nas situações existente, proposta e ângulo de 25 graus (fonte: adaptado de METROPOLIS PD, 2009).



(a)



(b)

Figura 3.7: Verificação da obstrução vertical em corte de uma edificação (a) e perspectiva mostrando planos a 25 graus traçados nas janelas de 5 prédios vizinhos (b) (fonte: adaptado de DAVID JARVES ASSOCIATES, 2008).

b) Segunda etapa:

A segunda etapa, realizada apenas para aberturas que apresentem obstrução vertical maior que 25 graus, utiliza a componente celeste vertical como parâmetro. As aberturas deverão apresentar no mínimo 27% dessa componente. Esse valor foi obtido através da iluminância horizontal externa em diferentes latitudes, conforme explicitado no capítulo anterior (Littlefair, 1991).

A verificação da componente celeste vertical foi apresentada nos estudos em quatro formatos. A primeira refere-se ao Diagrama de Waldram, conforme a figura 3.8, obtido computacionalmente (o programa utilizado não foi indicado no estudo). Um dos estudos apresentou como segunda forma a utilização do Indicador de luz do céu (figura 3.9). Os demais estudos fizeram uso do programa *Waterslade Ltd Vertical Sky Component Calculator* (figura 3.10). Esse programa está disponível *on line* no site da empresa responsável (site: <http://www.waterslade.com/resources/vsccalc/vsccalc.aspx>). Por fim, um dos estudos cita o programa IES Virtual Environmental Model (figura 3.11).

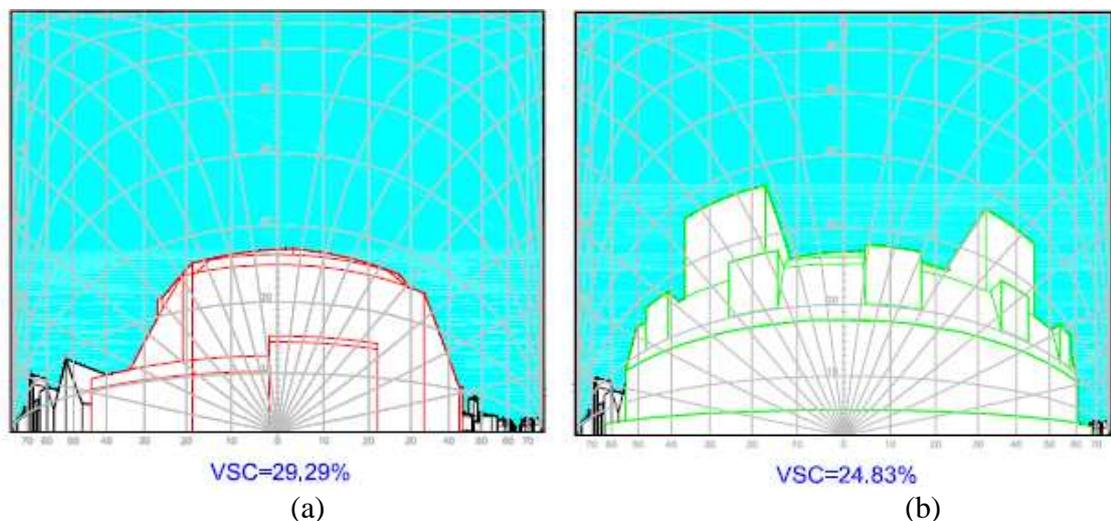


Figura 3.8: Verificação da obstrução vertical através do Diagrama de Waldram para a situação existente (a) e proposta (b) (fonte: DELVA & PATMAN ASSOCIATES, 2009).

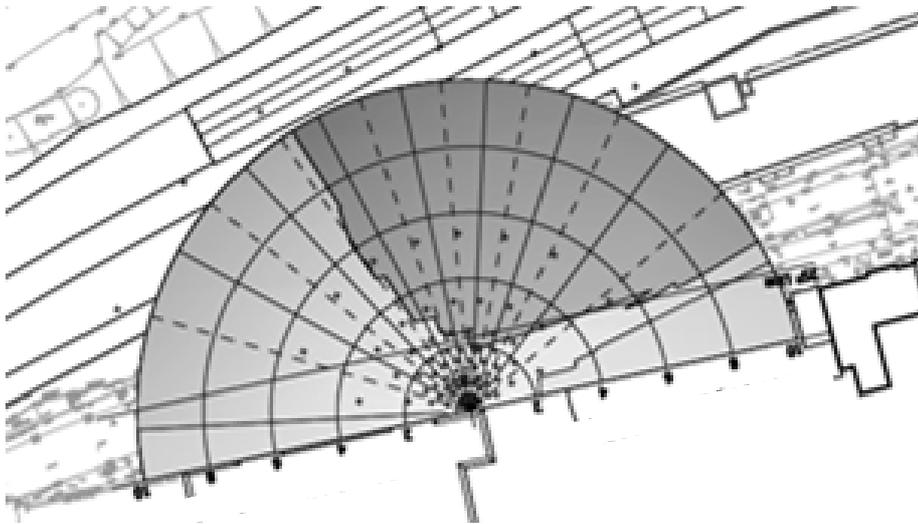
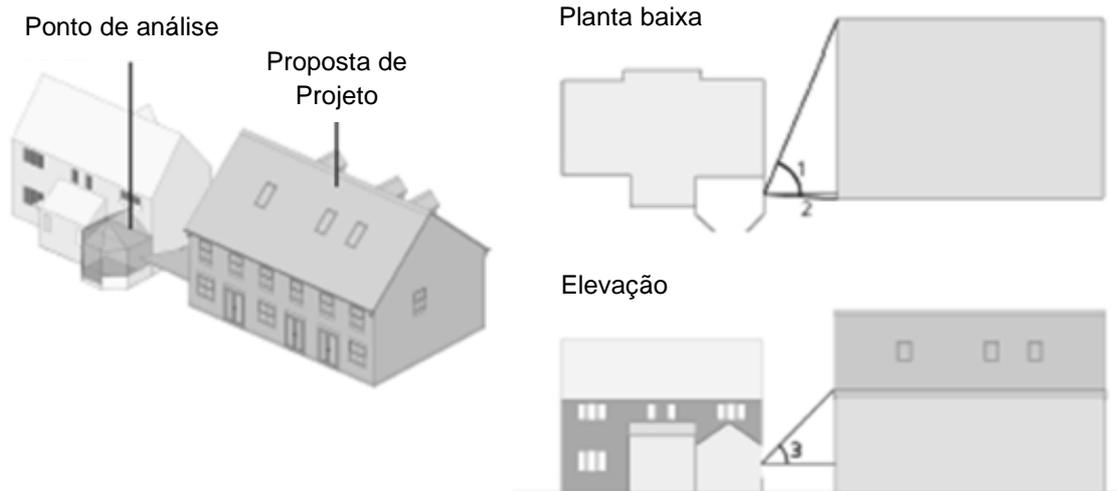


Figura 3.9: Verificação da componente celeste vertical através do Indicador de luz do céu (fonte: SOLUM, 2009).



Ângulo plano 1	<input type="text" value="66.9"/>	graus
Ângulo plano 2	<input type="text" value="-2.7"/>	graus
Ângulo de elevação	<input type="text" value="45.6"/>	graus
Componente celeste vertical	<input type="text" value="26.98"/>	%

Calcular

Figura 3.10: Verificação da componente celeste vertical através do programa *Waterslade Ltd Vertical Sky Component Calculator* (fonte: adaptado de DAVID JARVES ASSOCIATES, 2008).

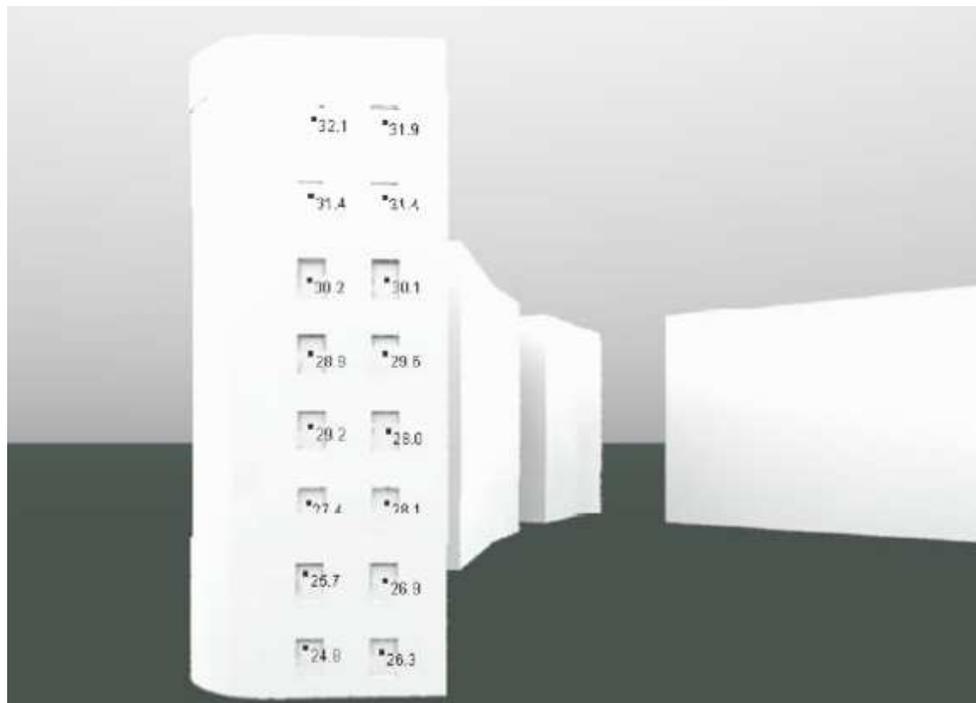


Figura 3.11: Verificação da componente celeste vertical através do programa IES (fonte: URS CORPORATION, 2006).

c) Terceira etapa:

Se a componente celeste vertical não atingir o valor de 27% requerido na etapa anterior, uma nova verificação deverá ser feita utilizando o mesmo parâmetro de desempenho. Verifica-se o valor para a situação anterior a proposta de projeto. A contribuição da iluminação do céu será considerada prejudicada se esta for menor que 27% e se o valor da proposta for 0,8 vezes menor que o valor anterior.

d) Quarta etapa:

Como última verificação, utiliza-se a média do Fator de Luz Diurna ou a Linha de “não” visão do céu do ambiente interno na situação anterior e posterior ao projeto, ambos no plano de trabalho (exemplo na figura 3.12). Utilizando o primeiro parâmetro, a média do FLDV não pode ser menor que 1% para quartos, 1,5% para salas de estar e 2% para cozinhas. Já no segundo, a área do plano de trabalho determinada pela sua visibilidade do Céu - Linha de “não” céu - não pode ser menor que 20% da área anterior a proposta de projeto, conforme detalhado no capítulo 2 desta tese.

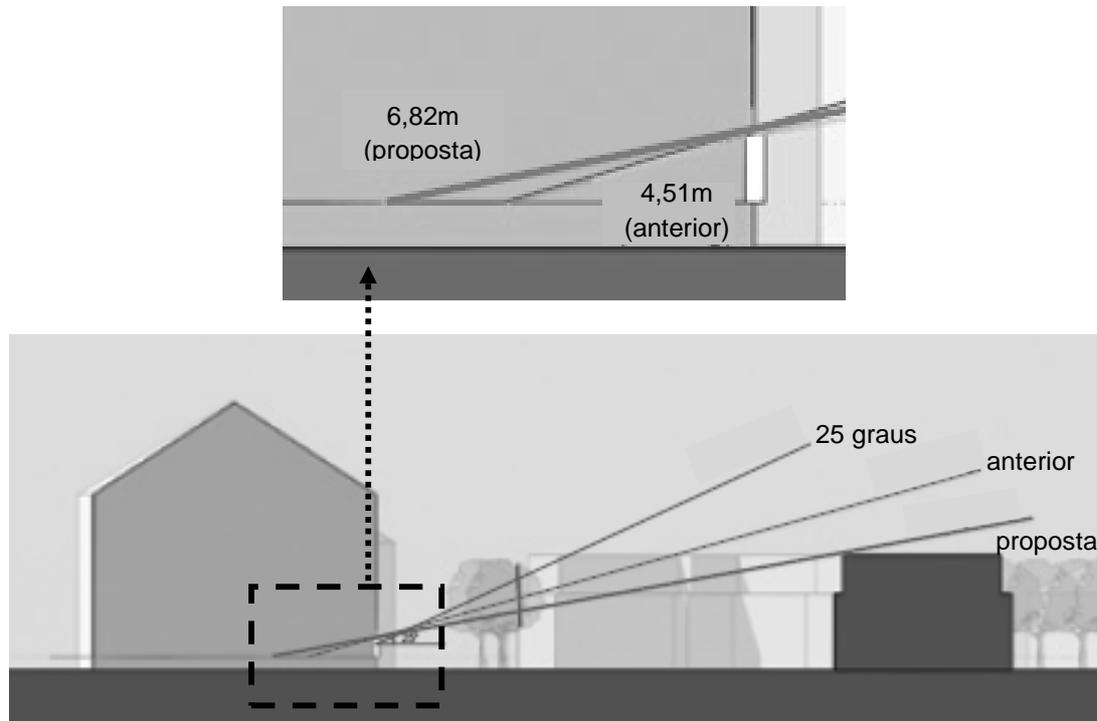


Figura 3.12: Exemplo de verificação da Linha de “não” céu
(fonte: adaptado de METROPOLIS PD, 2009).

As quatro etapas descritas constituem-se do grupo de critérios detalhados de avaliação. Além disso, existem critérios de significância utilizados para todos os parâmetros de iluminação natural e insolação com o objetivo de avaliar a porcentagem de melhora ou piora diante de uma nova edificação. A escala apresenta sete significâncias (tabela 3.4); uma redução de até 20% é considerada insignificante em função do próprio crescimento urbano.

Tabela 3.4: Critérios de significância para iluminação natural e insolação (fonte: DRIVER, 2008).

Significância	Relação da proposta/anterior
Benefício substancial	Relação de melhoramento $> 1,3$ do valor anterior
Benefício moderado	Relação de melhoramento $\leq 1,3$ e $\geq 1,1$ do valor anterior
Pouco benefício	Relação de melhoramento $< 1,1$ e $\geq 1,0$ do valor anterior
Insignificante	Relação de redução $< 1,0$ e $\geq 0,8$ do valor anterior
Pouco prejuízo	Relação de redução $< 0,8$ e $\geq 0,7$ do valor anterior
Prejuízo moderado	Relação de redução $< 0,7$ e $\geq 0,6$ do valor anterior
Prejuízo substancial	Relação de redução $< 0,6$ do valor anterior

Como exceção à totalidade dos estudos, encontram-se dois que utilizaram a classificação da tabela 3.4 do BRE para a avaliação dos impactos na iluminância nos planos das aberturas através de simulação computacional (exemplo na figura 3.13) na condição de céu encoberto.

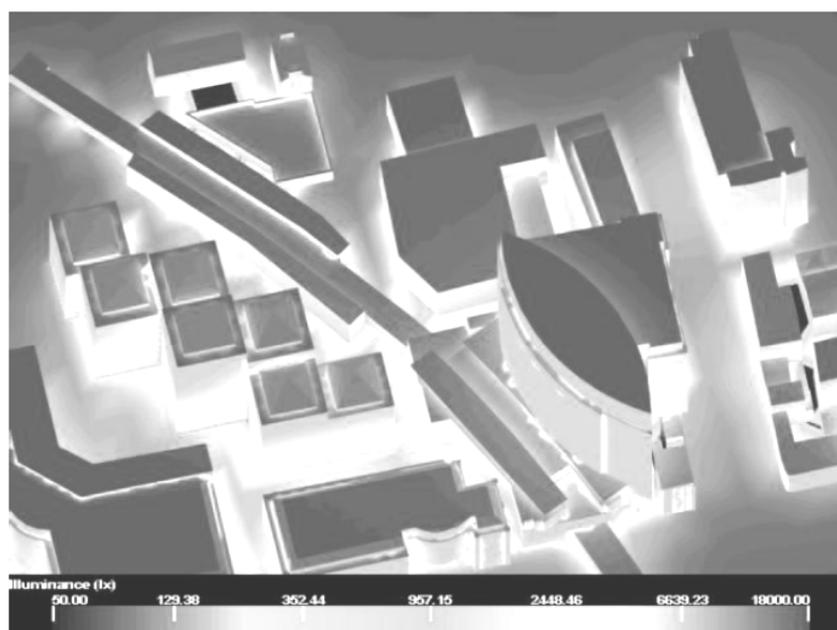
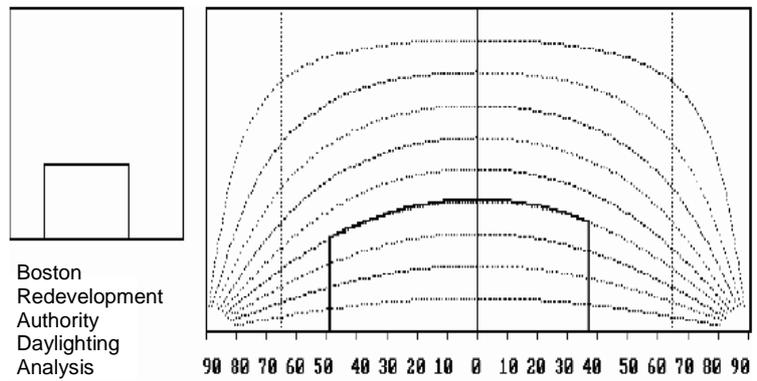


Figura 3.13: Simulação computacional do cenário contendo a proposta de projeto (fonte: AECOM, 2009b)

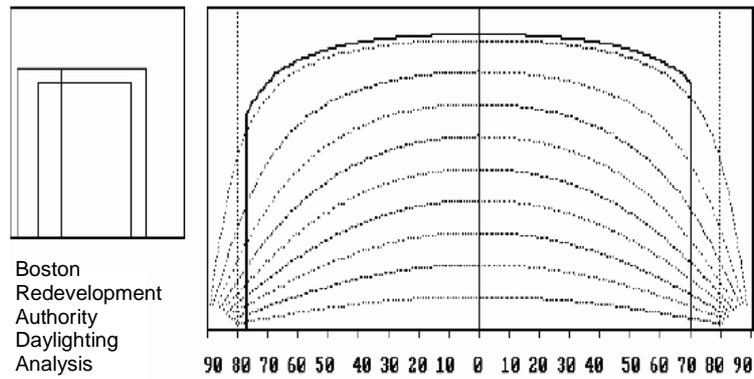
3.3.1.2. BRADA

Além do método proposto pelo BRE, seis estudos utilizaram o método BRADA - Boston Redevelopment Authority Daylight Analysis. Através de um programa computacional (verificado apenas nos estudos mais novos, pois os antigos analisaram de maneira gráfica) analisa-se o Fator de Visão do Céu para a determinação da porcentagem da abóbada obstruída pela proposta de projeto. O ponto escolhido situa-se no eixo das ruas adjacentes ao empreendimento no nível do solo. Devem ser verificadas três condições (exemplo na figura 3.14): a situação existente, o projeto contendo marquises e sem marquises (se houverem). A justificativa da análise das marquises está calcada na possibilidade destes elementos apresentarem uma obstrução elevada em virtude do ponto de análise estar posicionado nas vias. Em todos os estudos existe apenas a descrição dos efeitos, não apresentando um valor máximo de obstrução para a determinação dos impactos. Apenas em um deles há a justificativa do impacto adverso devido ao grande aumento de obstrução na proposta de projeto, já que outras áreas da cidade também apresentam grandes obstruções.



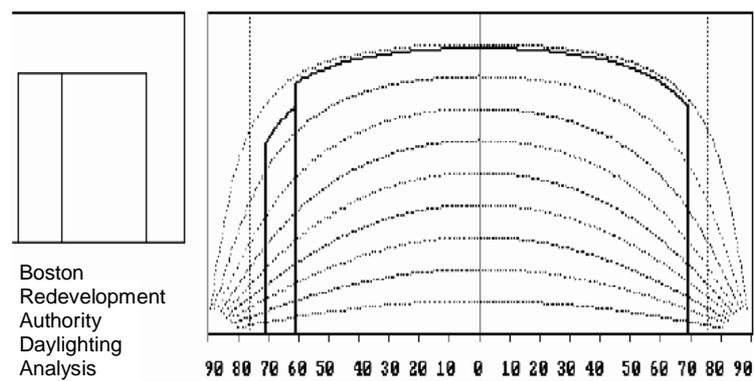
Obstrução da luz natural pelo edifício = 27,2%
(Condição existente)

(a)



Obstrução da luz natural pelo edifício = 85,9%
(proposta de projeto com marquises)

(b)



Obstrução da luz natural pelo edifício = 82,6%
(proposta de projeto sem marquises)

(c)

Figura 3.14: Análise da situação existente (a), projeto sem (b) e com marquise (c)
(fonte: adaptado de EPSILON ASSOCIATES, 2009)

3.3.2. Insolação

Em relação à insolação, os estudos foram classificados em quatro categorias (tabela 3.5). A primeira delas refere-se ao método descrito pelo *BRE*, a segunda à *COX/ATA Residencial Design Amenity - Solar Analysis Technique*, a terceira à *CEQA - The California Environmental Quality Act - Thresholds Guide* e a última a respeito dos estudos que não citam método, mas utilizam estudos de sombras.

Tabela 3.5: Métodos encontrados nos estudos para insolação

Insolação	Nº estudos
<i>BRE - Building Research Establishment - Guidance</i>	38
<i>CEQA - The California Environmental Quality Act - Thresholds Guide</i>	5
<i>Residencial Design Amenity COX/ATA Solar Analysis Technique</i>	2
Não citam o método, mas empregam a técnica estudo de sombra	19
Total	54

3.3.2.1. BRE

O método BRE também apresenta considerações a respeito da insolação. Nesse caso, a análise possui apenas uma etapa de avaliação utilizando como parâmetro dados de probabilidade anual de horas de sol (descrito no capítulo 2).

A abertura analisada deverá cumprir três critérios: i) apresentar mais que 25% de horas de Sol calculadas a partir da sua probabilidade anual (exemplo na figura 3.15); ii) nos meses do inverno deverá apresentar no mínimo 5% da probabilidade de horas de Sol; iii) nos solstícios o valor encontrado na proposta não deverá ser menor que 80% do valor anterior.



Figura 3.15: Verificação da probabilidade anual de horas de Sol nos pontos das fachadas (fonte: OVER ARUP & PARTNERS, 2009)

Além deste critério detalhado, o critério de significância também é utilizado para a insolação, conforme a tabela 3.4.

3.3.2.2. CEQA

O método para a análise da insolação da CEQA - *The California Environmental Quality Act - Thresholds Guide* foi desenvolvido em Los Angeles pela Agência de Recursos Naturais. Assim como o BRE *guide*, esse documento pode ser considerado análogo aos termos de referência brasileiros.

De acordo com o CEQA, o impacto será considerado significativo se a vizinhança for sombreada pela proposta de projeto por mais de três horas entre 09h e 15h - entre o final de outubro e início de abril - ou por mais de quatro horas entre as 09h e 17h - entre o início de abril e final de outubro.

3.3.2.3. COX/ATA

Dois estudos da Austrália citaram o COX/ATA *Solar analysis technique*. Esse método foi desenvolvido pela empresa COX/ATA que realiza consultorias na área. São preparadas perspectivas denominadas de “vistas a partir do olho do Sol” (figura 3.16). Realizada a modelagem da vizinhança e da proposta de projeto, determinam-se as perspectivas do modelo na altura e direção do Sol em determinados dias e horas. Dessa forma, podem-se analisar de maneira visual quais apartamentos estarão expostos à insolação ou não.

Como critério para a aprovação do projeto, pelo menos 70% dos apartamentos da vizinhança deverá receber insolação por no mínimo duas horas no solstício de inverno (figura 3.16). As análises são feitas a cada 15 minutos entre as 07h e 16h.

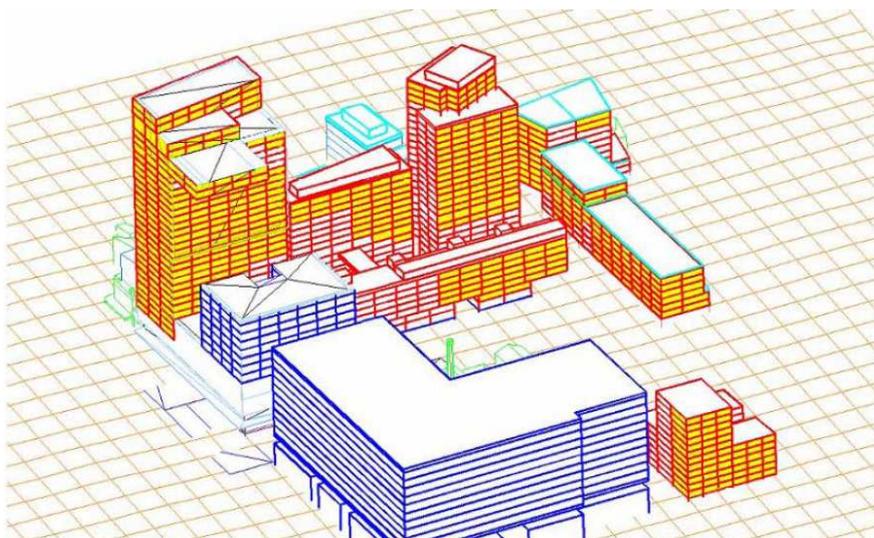


Figura 3.16: Em amarelo estão destacados os apartamentos que recebem mais de duas horas de sol no solstício de inverno (fonte: HEGGIES, 2008)

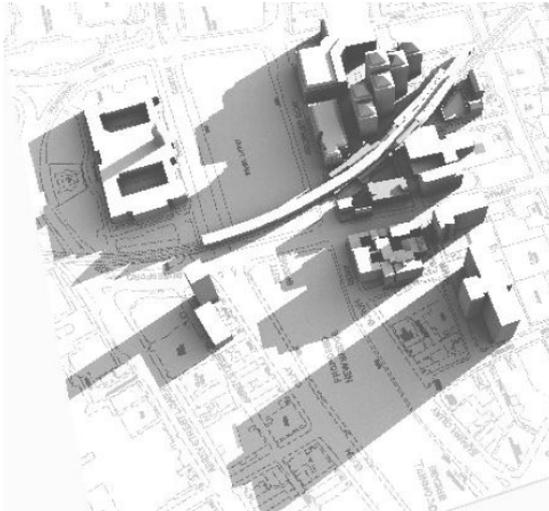
3.3.2.4. Estudos sem método definido

Os estudos que não citaram métodos foram enquadrados nesta categoria. Notou-se através das imagens que a maioria deles utilizou algum programa computacional para a geração das sombras, entretanto, suas denominações não foram mencionadas.

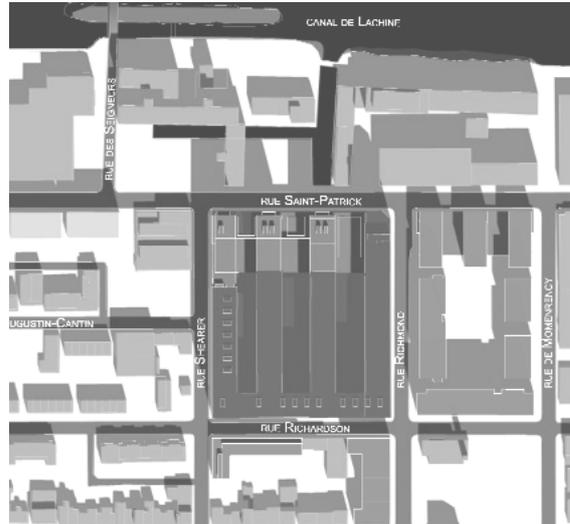
Os períodos analisados em todos os estudos incluíram os solstícios e equinócios. Os horários variaram: 9 simularam as condições às 09h, 12h e 15h, 8 simularam de 1 em 1 hora e apenas um a cada 15 minutos.

Em relação aos critérios para a avaliação dos impactos, dezessete apresentaram apenas análise visual. Um estudo do Canadá utilizou como critério o mínimo de 1 hora e meia entre as 12h e 15h no equinócio para seções de rua com fachadas orientadas a Leste e Oeste e 1 hora e meia para seções a Norte e Sul em qualquer período do dia.

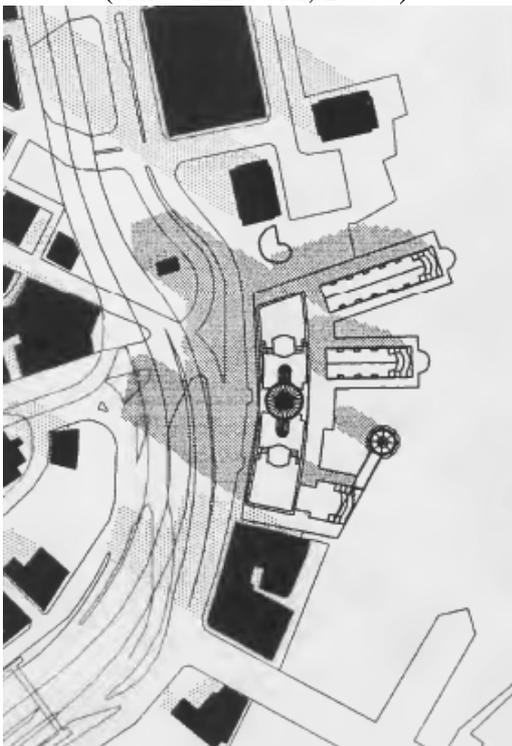
A seguir são apresentadas algumas imagens desses estudos (figura 3.17).



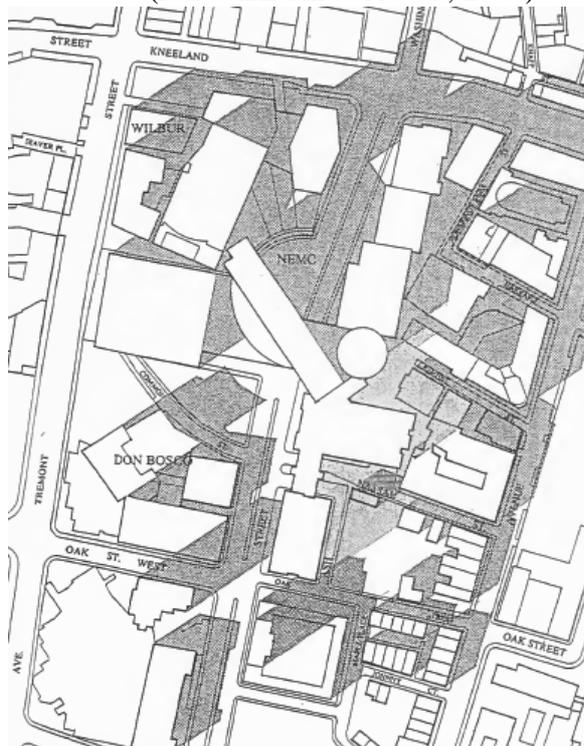
Tara Street – Dublin/Irlanda
(fonte: AECOM, 2009a)



Secteur Nordelec – Quebec/Canadá
(fonte: EL-AD GROUP, 2006)



Rowers Wharf – Boston/EUA
(fonte: JASON ASSOCIATES, 1992)



New England Medical – Boston/E
(fonte: CARR et al, 1992)

Figura 3.17: Imagem de estudos encontrados (fonte: indicada)

3.4. Considerações finais

A pesquisa por estudos de impacto de vizinhança nacionais e internacionais foi de grande importância para a constatação de como a iluminação natural e insolação têm sido consideradas e para a definição do método proposto.

No âmbito nacional algumas dificuldades foram encontradas no que tange à pesquisa por EIVs visando à investigação dos parâmetros e técnicas empregados. A primeira delas refere-se ao acesso às informações, pois poucas instituições disponibilizam tais estudos na Internet. Além disso, não são todos os itens mínimos presentes no Estatuto da Cidade que estão sendo avaliados atualmente. Acredita-se que todos os itens sejam incorporados nesses estudos através do processo de revisão dos planos diretores ocorrido nos últimos anos.

Além dessas dificuldades, são notáveis os problemas verificados em relação aos EIVs realizados no país. A maioria dos estudos não apresenta técnicas específicas e parâmetros de desempenho definidos. Muitos justificam a ausência de impactos na vizinhança através do cumprimento das regras do plano diretor vigente no projeto. Além disso, soma-se outro equívoco, por vezes verificado, da presença de estudos que contemplam a análise do próprio empreendimento e não da sua vizinhança.

Dos estudos que apresentam mais detalhes em relação aos parâmetros e técnicas utilizados, além dos documentos apresentarem-se incompletos na sua redação, os mesmos não contemplam análises anteriores e posteriores à implantação do empreendimento analisado – um dos preceitos expostos no Estatuto da Cidade. Dessa forma, sem a comparação destas situações, não há como avaliar os impactos.

Ainda sobre estes estudos, a utilização de sombras para a aferição dos resultados é bastante questionável. Não pela técnica em si, mas da forma como a mesma é empregada. Os próprios estudos de sombras verificados em outros países apresentam análises da vizinhança – nas situações anterior e posterior ao empreendimento – muitos com o critério de horas mínimas de insolação nas fachadas. Assim, a análise dos impactos é evidente, diferentemente dos casos nacionais verificados. A falta de critérios proporciona margens para diferentes interpretações. Cabe à prefeitura municipal incorporar mais detalhes e consistência a respeito destes em seus termos de referência – documentos que

devem relatar quais métodos deverão ser empregados para a análise de cada um dos itens do EIV.

Acredita-se que um dos motivos para a utilização dos estudos de sombra nos EIVs nacionais, descrito ou não em termos de referência, se deve à facilidade de aplicação da técnica em modelos tridimensionais. Além de poderem ser realizados de maneira gráfica, tais estudos podem ser visualizados através de programas computacionais simplificados e de fácil acesso aos arquitetos e engenheiros, como por exemplo, o Sketchup. Infelizmente, a maioria dos estudos não citaram o programa de simulação utilizado.

Como se pôde perceber, nenhum estudo mencionou a iluminação natural como se refere o Estatuto da Cidade. Sabe-se, que por definição do governo federal, existe a expectativa de que tanto a insolação quanto a iluminação sejam abordadas. Acredita-se que com a confecção de novas versões dos planos diretores nacionais, estas questões possivelmente serão discutidas e revistas.

Em relação aos estudos brasileiros, acredita-se que profissionais habilitados em cada item de análise exigido na elaboração do EIV devam realizar estudos desta natureza, assim como ocorre nos estudos internacionais. Desta forma, as incoerências verificadas atualmente podem ser reduzidas e assim, conseqüentemente, elevar a qualidade dos estudos apresentados.

Como salientado no início do capítulo, as diferenças das considerações da iluminação natural e insolação nos estudos são bastante significativas em decorrência de várias razões. A aplicação do EIV como instrumento de indução urbana utilizando todos os itens mínimos de avaliação ainda é recente no Brasil. Já em outros países os estudos de impacto de vizinhança existem pelo menos desde a década de oitenta. Além deste fato, a maioria dos estudos verificados origina-se no Reino Unido, onde a disponibilidade de luz solar principalmente nos meses do inverno é bastante escassa. Associado a esta questão, a diferença cultural também deve ser considerada em relação ao estabelecimento de novos empreendimentos nestas cidades que venham produzir impactos negativos na vizinhança tradicional.

A maioria dos estudos internacionais apresentou parâmetros e técnicas consistentes para a análise dos impactos. Notou-se uma grande proximidade entre as pesquisas desenvolvidas nos países e a aplicação das mesmas nos estudos, principalmente em relação ao método BRE, na Inglaterra.

Além destas questões, faz-se necessário salientar um aspecto regional dos estudos. Em todos os casos, à medida que os fenômenos sofrem uma redução da situação anterior à proposta, o impacto é sempre prejudicial. No caso de algumas regiões brasileiras, principalmente no Norte e Nordeste, esta perda em relação à insolação pode ser favorável durante todo o ano em virtude da redução dos ganhos térmicos indesejáveis. Entretanto, estas reduções do parâmetro da insolação causadas pelo aumento nas obstruções podem reduzir significativamente os níveis de iluminação natural internos, impossibilitando as atividades visuais.

4. METODOLOGIA

4.1. Introdução

A metodologia está dividida em duas partes. A primeira delas refere-se à proposta de método para a avaliação de impactos de edificações sobre a iluminação natural e insolação em vizinhanças urbanas. Já a segunda descreve a aplicação do método em cenários urbanos.

4.2. Proposta de método para a avaliação de impactos de vizinhança

Para a materialização da proposta fez-se necessário a definição de parâmetros e técnicas de análise, além da determinação das etapas para a aplicação do método (figura 4.1), como será visto a seguir.



Figura 4.1: Itens necessários para a definição da proposta de método

4.2.1. Parâmetros de desempenho

4.2.1.1. Iluminação Natural

Foram escolhidos dois parâmetros para a avaliação da iluminação natural. O FLDV - Fator de Luz Diurna Vertical foi definido como principal, em virtude de sua participação efetiva na determinação dos tipos de impactos. Já a JCP – Janela de Céu Preferível complementa a análise da disponibilidade de luz natural visualmente, auxiliando principalmente na mitigação dos impactos, como será visto a seguir.

a) FLDV – Fator de Luz Diurna Vertical

A utilização do FLDV para a predição do comportamento da luz natural no ambiente urbano é verificada em pesquisas científicas, conforme observado na literatura específica, bem como na maioria dos estudos de impacto de vizinhança internacionais levantados. O referido parâmetro é definido como a relação em porcentagem da iluminância em uma superfície vertical de um edifício com a iluminância horizontal externa, excluindo a luz direta do Sol (HKSAR, 2003 apud LI et al, 2009).

Esse parâmetro mostra-se adequado em virtude de considerar a parcela incidente de iluminação natural de acordo com a sua disponibilidade. Além disso, como descrito no capítulo 3, utiliza-se o céu encoberto, ou seja, a pior condição de disponibilidade de luz natural.

Em seguida, analisou-se a porcentagem necessária desse parâmetro para a provisão de condições mínimas de iluminação natural no espaço urbano. No capítulo 3 foram verificados os seguintes valores de referência: 8% (Ng, 2005), o valor obtido através de procedimentos de cálculo estabelecido por Littlefair (2001), que varia de acordo com os dados climáticos locais e 10% (Tregenza, 2001).

O valor de 8% proposto por Ng (2005) é resultado de uma pesquisa para avaliar a satisfação de pessoas que vivem em Hong Kong. Além de ser uma das cidades mais densas do mundo, este valor pode ter sido influenciado por questões sócio-culturais. Nesse sentido, não se apresenta como um valor perfeitamente adequado ao caso brasileiro.

Já a proposta de Littlefair (2001) considera as diferenças na disponibilidade de luz em cada localidade, produzindo, portanto, diferentes valores para cada cidade. Conforme descrito no capítulo 3, determina-se o FLDV através da frequência de iluminância horizontal difusa anual. Esse dado pode ser obtido através de estações de medição ou utilizando arquivos climáticos. No último caso, pode-se aplicar uma equação simplificada determinada a partir de pesquisas realizadas no Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT) utilizando dados horários de radiação difusa horizontal (equação 4.1). O valor de 94 (lm/W) representa a estimativa da Eficácia Luminosa.

$$E = 94 * R$$

Equação 4.1

Onde:

E = iluminância (lux)

R = Radiação difusa horizontal (W/m^2)

Os dados climáticos de vinte e seis capitais das vinte e sete totais foram analisados (a cidade de Palmas não possui arquivo climático) para obter um valor de referência mínimo de FLDV para o Brasil. As iluminâncias horizontais difusas foram obtidas através da equação 4.1. Em seguida, verificou-se qual o valor de iluminância excede em 70% do tempo, de acordo com o método de Littlefair (2001). Os valores para as referidas capitais situaram-se entre 17500 e 22500 lux (figura 4.2).

Convertendo esses valores para a parcela mínima necessária de FLDV nas fachadas obteve-se uma faixa entre 7,55% e 9,71%. A expectativa ao efetuar os cálculos foi encontrar maiores diferenças em função das latitudes envolvidas, comparando-se com os valores obtidos por Littlefair (2001) para diferentes localidades da Europa. Entretanto, acredita-se que as diferenças encontradas se devem por duas razões: a média de duração da luz do sol (figura 4.3) e a frequência de céu claro (figura 4.4) apresentam consideráveis divergências nas diferentes latitudes Européias.

Trogenza (2001) propõe a utilização de um FLDV mínimo de 10%. Segundo o autor, esse valor garante que ambientes internos possuam 0,5% de Fator de Luz Diurna como média, desde que suas aberturas possuam área equivalente ou superior a 1/25 da área do piso.

A partir das pesquisas citadas, definiu-se a utilização do valor de referência de 10% como FLDV mínimo para o Brasil. O maior valor de FLDV obtido através do método de Littlefair (2001) para as capitais brasileiras foi de 9,71%. Arredondando-se esse valor têm-se os 10% proposto por Trogenza (2001).

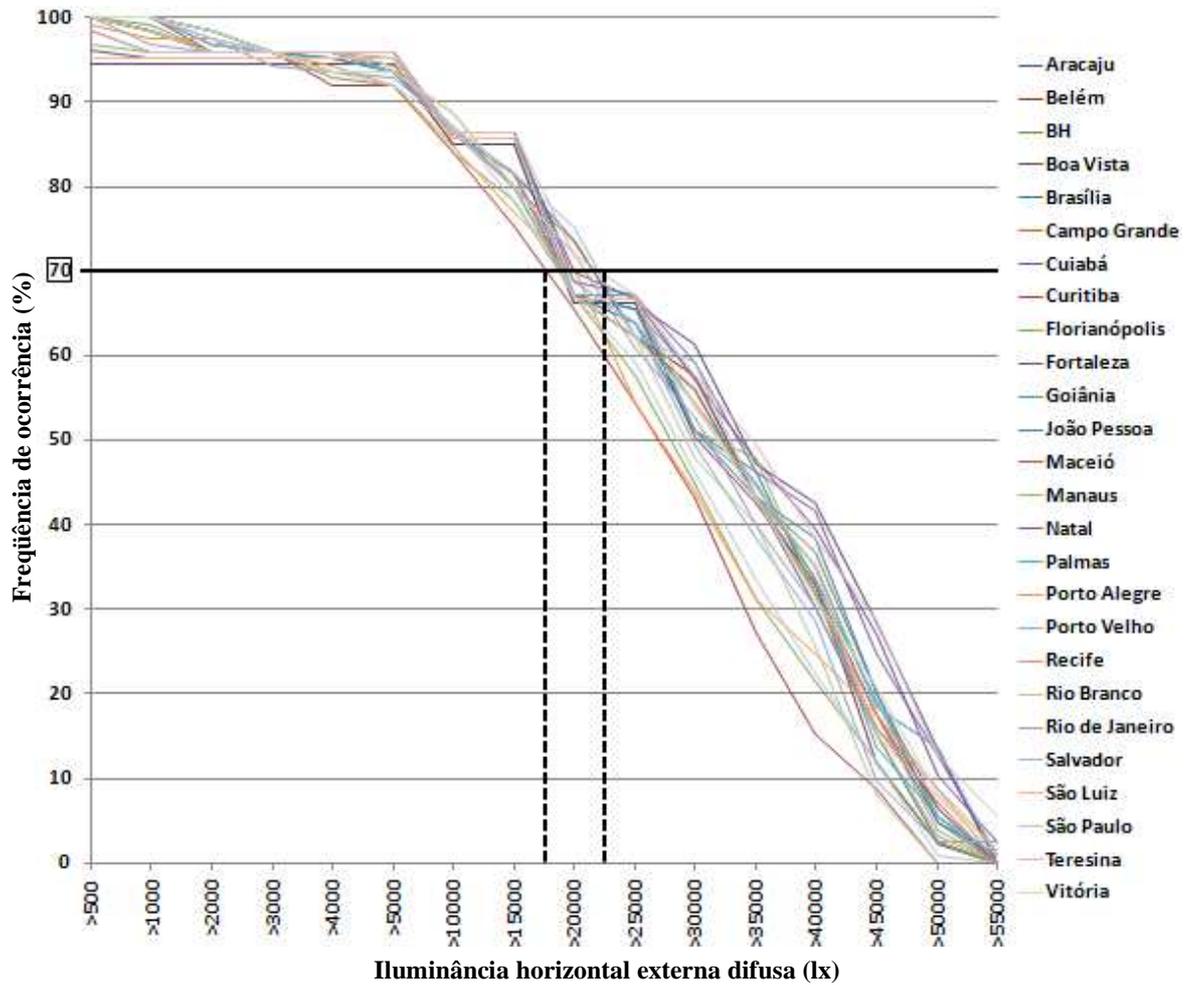


Figura 4.2: Frequência de ocorrência anual de iluminâncias horizontais externas para vinte e seis capitais brasileiras

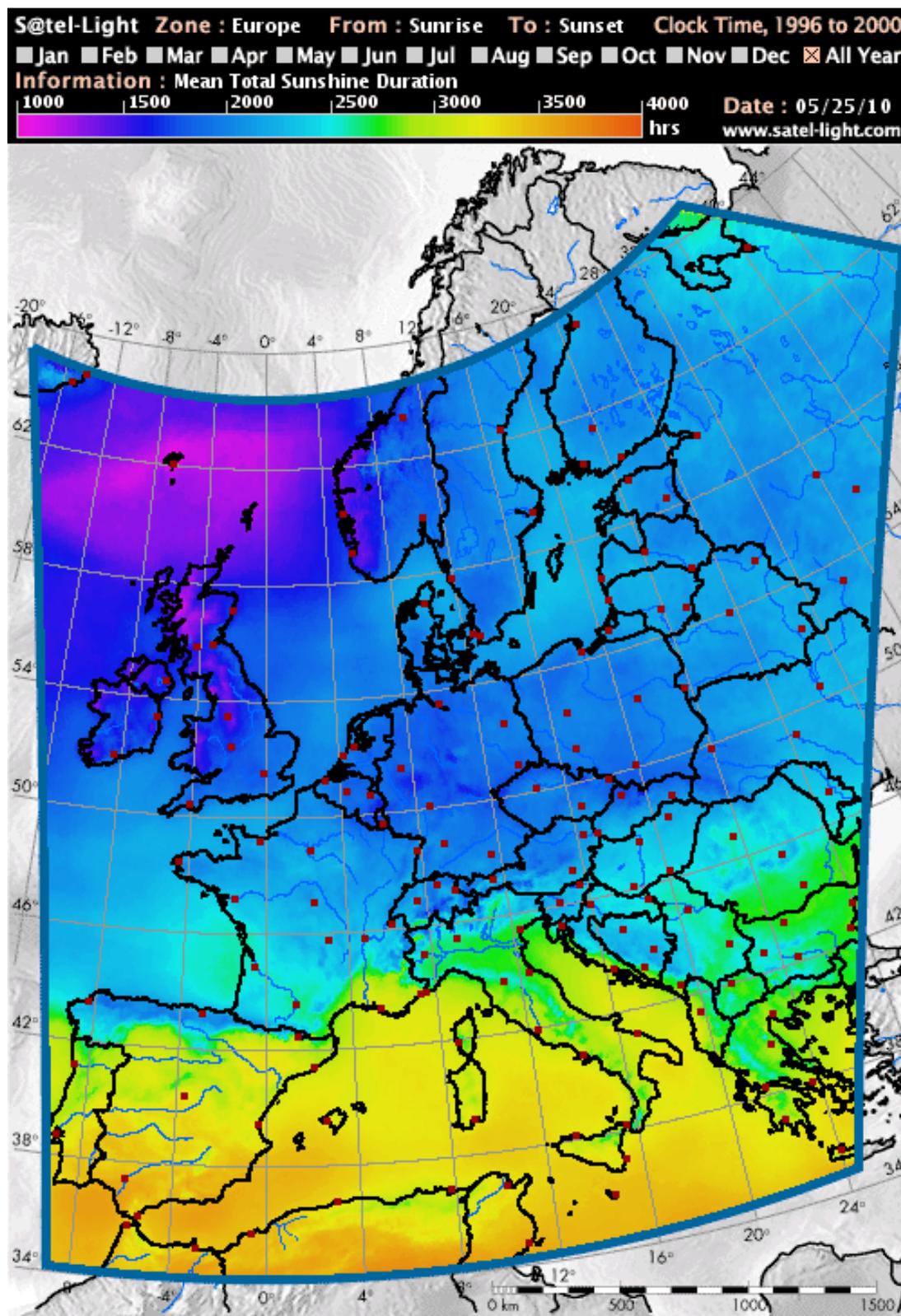


Figura 4.3: Média anual da duração da luz do Sol na Europa
(Fonte: <http://www.satel-light.com/core.htm>)

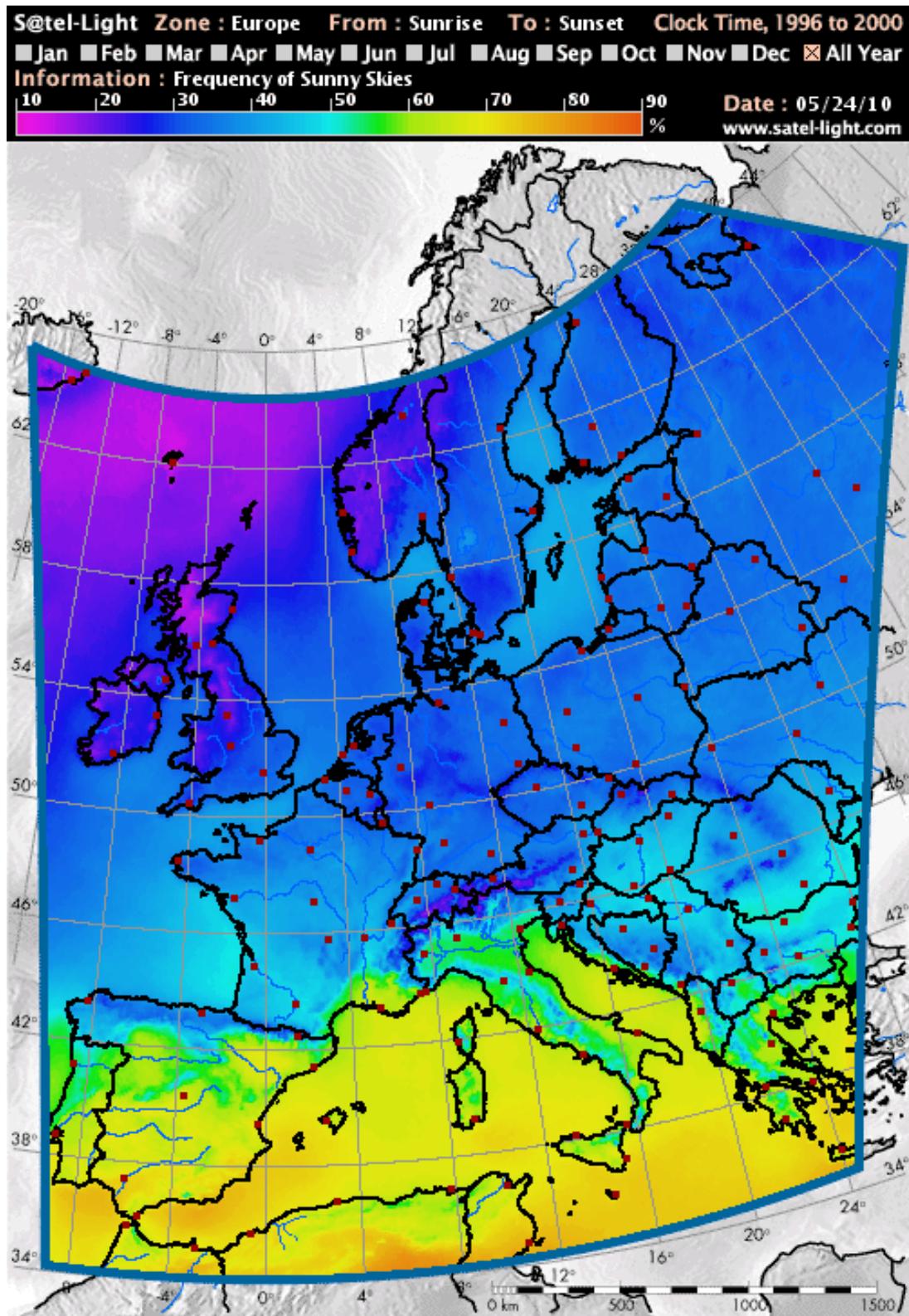


Figura 4.4: Frequência de ocorrência anual de céu claro na Europa
 (Fonte: <http://www.satel-light.com/core.htm>)

b) JCP – Janela de Céu Preferível

Para a avaliação dos tipos de impacto sofridos pela vizinhança importará o valor total de DFV, derivado de toda a porção visível do céu. A JCP – Janela de Céu Preferível consiste em uma porção deste com grande potencial na contribuição da iluminação de ambientes internos.

Ela foi definida como parâmetro complementar em relação à visualização dessa porção nos diagramas de visibilidade/obstrução (máscaras). Se ela se apresentar muito ou pouco obstruída indicará maior ou menor possibilidade de se verificarem impactos adversos, respectivamente.

4.2.1.2. Insolação

O conceito de Radiação Solar Ponderada (RSP) proposto por AROZTEGUI (1981) foi definido como parâmetro para a avaliação da insolação por considerar a magnitude da radiação solar juntamente com a indicação de sua necessidade nas diferentes horas do ano. Esta união é resultado do produto da radiação solar por um Fator de Ponderação (FP) que representa a satisfação ou insatisfação humana produzidas pela radiação solar incidente. O FP considera a diferença entre a temperatura externa do ar e a temperatura neutra, além de critérios climáticos, psico-fisiológicos e de representação geométrica. Se a temperatura do ar de determinada localidade for maior que a neutra, essa radiação será considerada negativa, ou seja, a insolação será indesejável. Se positiva, a insolação será desejável.

A desejabilidade ou indesejabilidade da radiação solar determinará o valor de RSP. Entretanto, a disponibilidade dessa radiação também é importante. Se essa disponibilidade for pequena em um horário onde a desejabilidade é elevada, o valor da RSP será também reduzido.

A análise das obstruções nos horários em que as RSP são positivas foi escolhida como estratégia para a avaliação dos impactos de vizinhança. Em virtude da desejabilidade de exposição, quanto maior a obstrução desses horários, maior serão os impactos adversos. Os valores de RSP positivas desobstruídas foram divididos pelo seu número de horas de

exposição solar, tornando-se uma média (RSP+M – Radiações Solares Ponderadas Positivas Médias). Desta forma, a comparação dos valores foi facilitada.

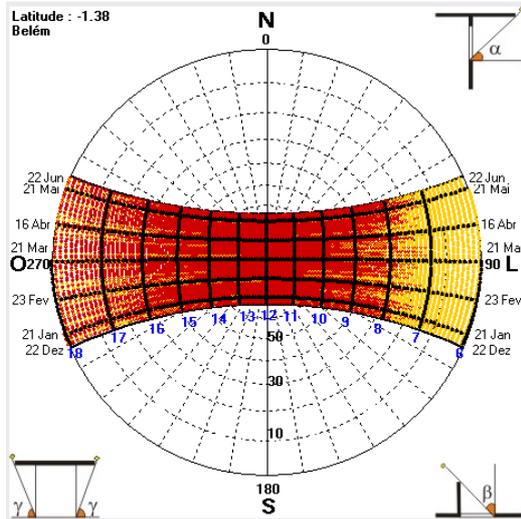
Optou-se por não considerar as RSP negativas na avaliação dos impactos. Considera-se inadequado estabelecer que a obstrução urbana do OI causaria uma melhora das condições de insolação da edificação impactada. Este tipo de radiação deve ser obstruído através de proteções solares nas aberturas dos edifícios.

A avaliação da insolação não será necessária para todas as cidades brasileiras. Em algumas regiões do Brasil, principalmente no Norte e Nordeste, as temperaturas do ar – uma das bases do fundamento das RSP – são altas fazendo com que essa radiação seja indesejável na maior parte do ano. Este é o caso de Belém, por exemplo, que se comparado a Porto Alegre apresenta condições de temperatura bastante semelhantes nos dois solstícios (figura 4.5). Portanto, nesses casos a avaliação da iluminação natural será preponderante em termos de obstrução urbana. Já em outras localidades presentes nas zonas 1, 2 e 3 do mapeamento bioclimático brasileiro (figura 4.6), as variações nas temperaturas anuais são maiores. O aquecimento solar passivo, principalmente nos meses do inverno, apresenta-se como uma importante estratégia bioclimática das edificações localizadas nessas zonas. Por isso, a redução das RSP positivas através da obstrução do edifício causador do impacto acarretará em prejuízos às edificações da vizinhança.

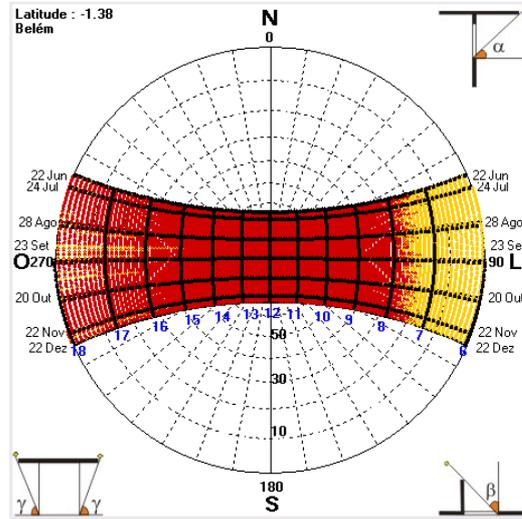
É necessário considerar uma simplificação na aplicação do parâmetro RSP a respeito dos seus valores, que são diferenciados para cada orientação. As fachadas dos edifícios que serão analisados poderão apresentar um valor de azimute não coincidente com os azimutes de cada uma das oito citadas. Portanto, propõe-se um ajuste já adotado no Envelope Solar proposto por Pereira et al (2001). Um exemplo pode ser verificado na figura 4.7. Para que uma fachada seja considerada direcionada a Norte ela poderá estar posicionada entre 22,5 graus a Leste e Oeste da coordenada.

Belém (latitude -1,38)

Temperaturas até 21 de junho

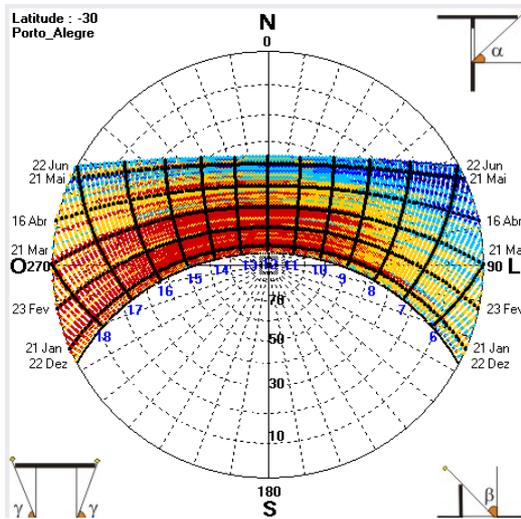


Temperaturas após 21 de junho

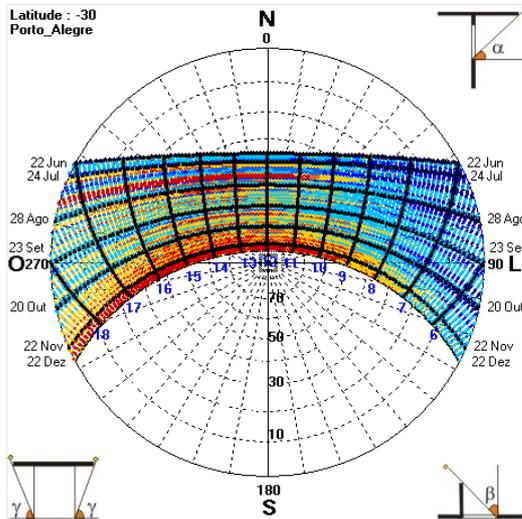


Porto alegre (latitude -30)

Temperaturas até 21 de junho



Temperaturas após 21 de junho



Legenda:

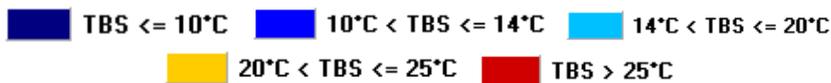


Figura 4.5: Comparação entre as temperaturas médias anuais de algumas cidades brasileiras (Fonte: Programa Sol-Ar87).

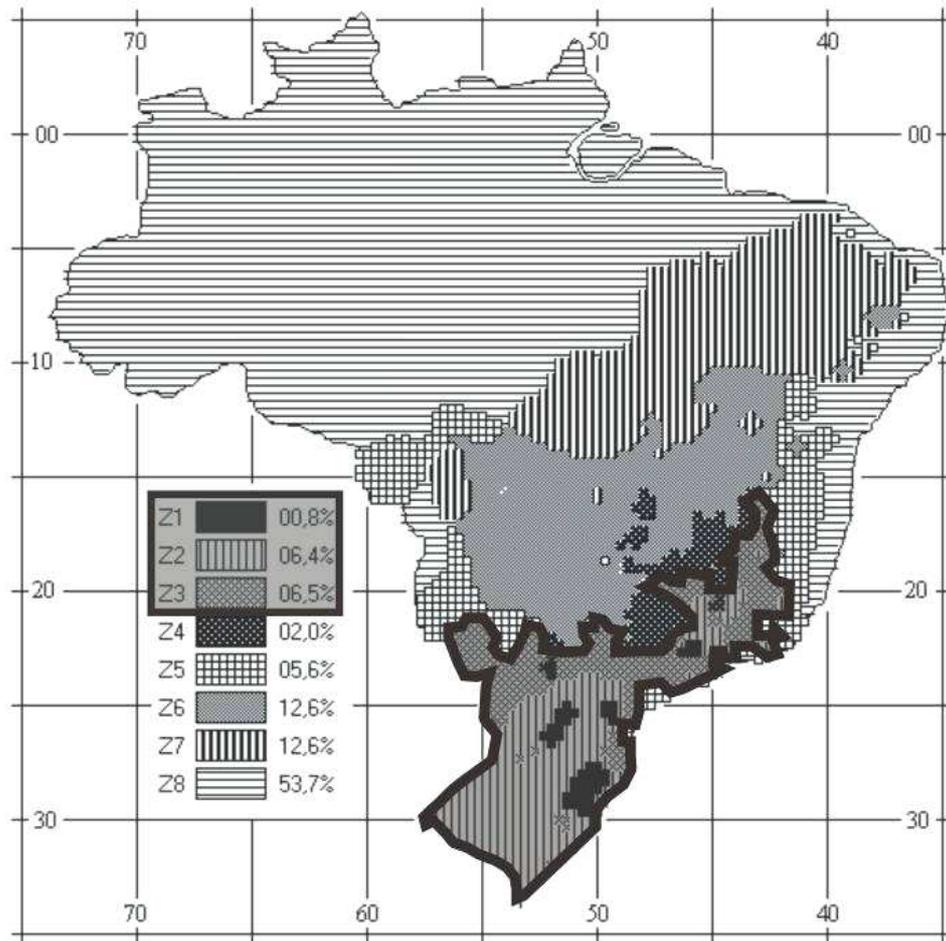


Figura 4.6: Delimitação das 3 zonas bioclimáticas onde a avaliação dos impactos relativos à insolação é necessária (fonte: ABNT, 2005)

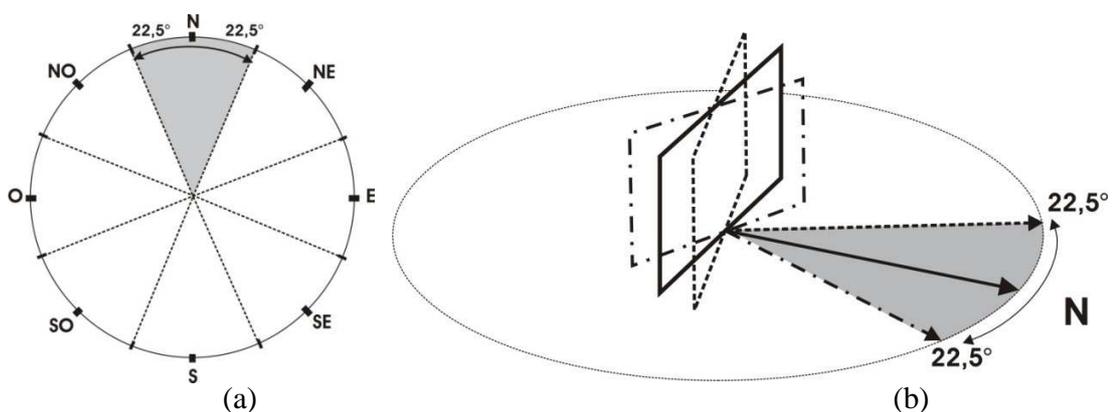


Figura 4.7: Ajustes das orientações para simplificar o método em planta e perspectiva.

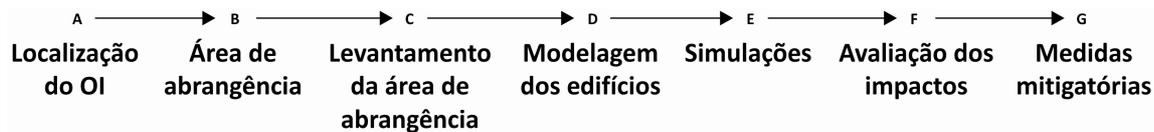
4.2.2. Técnica específica para análise

A técnica específica de representação gráfica de visibilidade/obstrução da vizinhança em diagrama de trajetória solar associado foi escolhida para a análise. A associação se dará em função da integração dos parâmetros: Radiação Solar Ponderada, FLDV e JCP.

O diagrama será aplicado em pontos nas fachadas dos edifícios da vizinhança para a avaliação dos impactos. Desta forma, para viabilizar a proposta, foi necessário um aporte computacional, como será explicado a seguir.

4.2.3. Procedimentos para a aplicação do método

A aplicação do método envolve sete etapas, detalhadas a seguir.



5.2.3.1. Localização do OI - Objeto de Impacto

A localização da cidade analisada deve ser efetuada em relação ao zoneamento bioclimático brasileiro (ABNT, 2005). Desta forma, define-se o tipo de análise necessário: apenas em relação à iluminação (zonas 4,5,6 e 7) ou iluminação e insolação (zonas 1, 2 e 3).

5.2.3.2. Área de abrangência dos impactos

A área de abrangência dos impactos refere-se à área de vizinhança máxima ao redor do objeto de impacto – OI que será influenciada pelo mesmo. Todas as edificações que estiverem dentro desta área serão analisadas.

A determinação da área considera dois aspectos: a obstrução do céu e a topografia. A primeira utiliza o critério de obstrução para determinar o menor ângulo vertical da JCP: 15°. Segundo Leder (2007) este valor foi adotado como limite, ao considerar-se que usualmente essa altura apresenta-se obstruída, devido ao entorno natural ou construído. Dessa forma, o OI não causará obstrução em um ponto na vizinhança a um metro do solo - altura de referência, onde as aberturas geralmente estão localizadas - se estiver localizado na faixa angular de 0° a 15°. Partindo-se deste princípio, encontra-se o centro geométrico do OI para a determinação de oito retas auxiliares orientadas a N, NE, E, SE, S, SO, O e NO. Os raios de abrangência dos impactos são calculados para cada orientação por trigonometria básica considerando a distância a partir da borda do edifício (exemplo para a direção norte na figura 4.8).

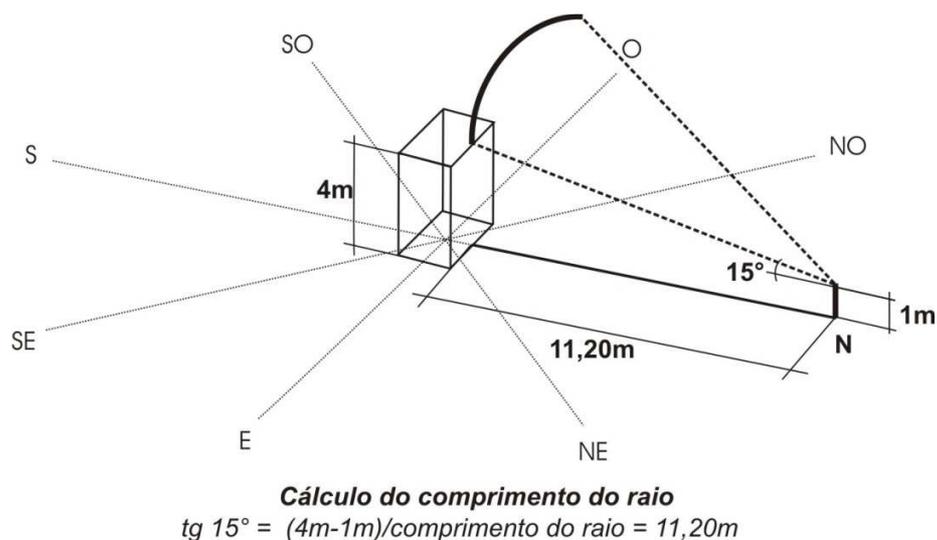


Figura 4.8: Primeira etapa para a determinação da área de abrangência - exemplo para a direção Norte o critério de obstrução da JCP

Tendo os raios de abrangência calculados faz-se necessária a correção dos mesmos em função da topografia, para definir a área de abrangência final. Essa correção considera a diferença de cota para cada um dos oito pontos em relação à cota do OI. Estas diferenças de cota modificarão as distâncias previamente calculadas. Se o OI estiver acima da cota da vizinhança, seu raio de abrangência será maior que o calculado, portanto, soma-se a diferença de cota na altura do edifício para obter a tangente. Entretanto, se ele estiver

abaixo da cota da vizinhança, seu raio de abrangência será menor que o calculado – diminui-se a diferença de cota da altura da edificação (figura 4.9).

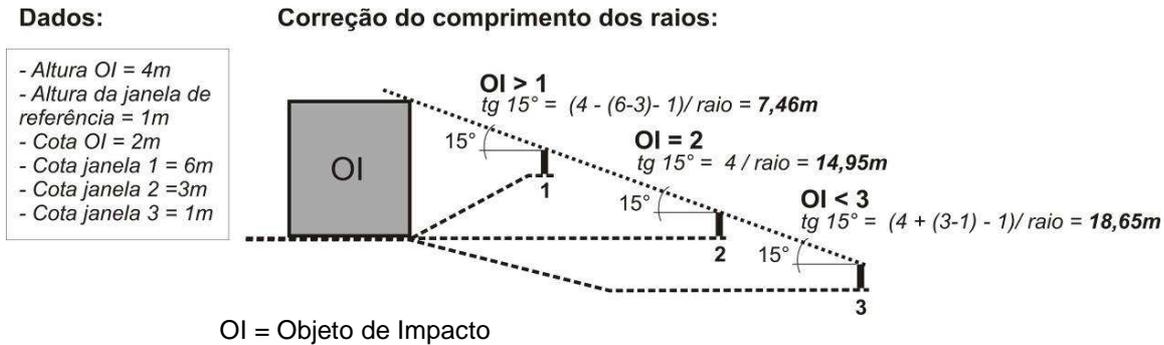


Figura 4.9: Exemplo esquemático de correção do raio de abrangência em função das diferenças de cota entre o OI e a vizinhança

Após esses dois procedimentos, a área de abrangência é traçada unindo-se os pontos através de arcos tangentes (exemplo na figura 4.10). Essa união gerará uma área de abrangência que será mais próxima ao formato de um círculo se as distâncias entre o OI e os pontos da vizinhança forem iguais.

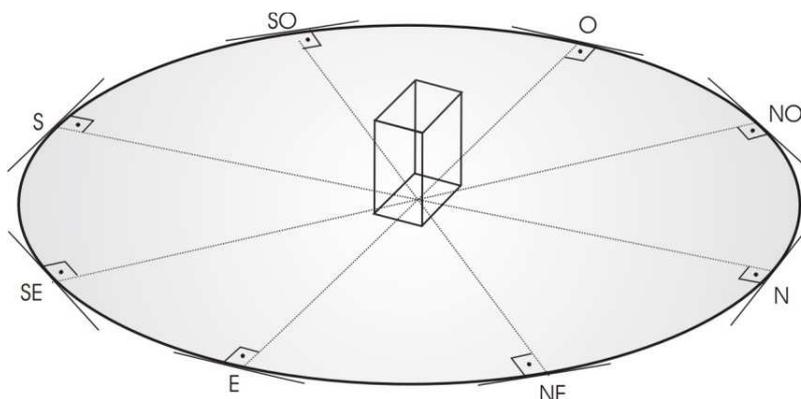


Figura 4.10: Área de abrangência a partir de arcos tangentes

Os procedimentos exemplificados referem-se a um OI contendo apenas um bloco construído. Entretanto, estes poderão ter mais módulos, inclusive com diferentes alturas. Neste caso, para cada bloco, os procedimentos deverão ser realizados de maneira separada. A área de abrangência resultante será dada pela combinação delas (figura 4.11).

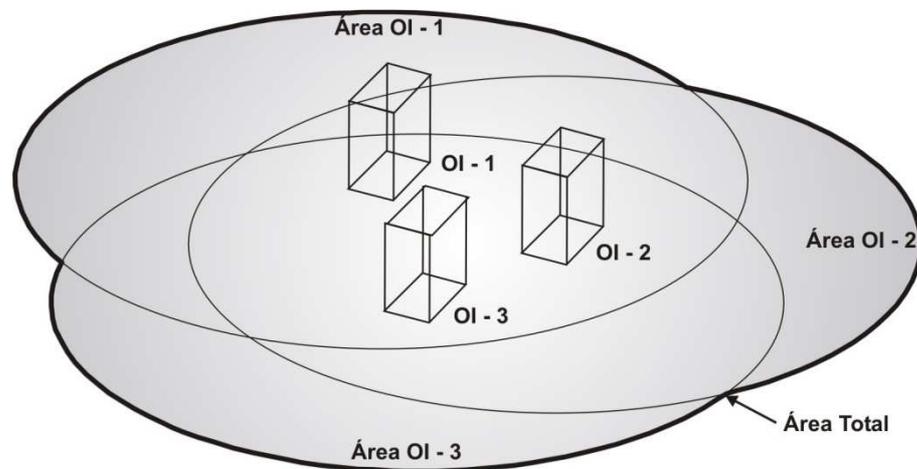


Figura 4.11: Área de abrangência para OI contendo diferentes módulos

4.2.3.3. Levantamento da área de abrangência

Definida a área de abrangência, deve-se realizar o levantamento de campo. Esse consiste na atualização do aerofotogramétrico fornecido pela prefeitura municipal, onde muitas vezes não estão presentes as edificações mais novas. Para conferir as dimensões e posicionamento destas em relação ao lote sugere-se a utilização de imagens de satélite preferencialmente com alta resolução. Além disso, as alturas das edificações deverão ser coletadas.

4.2.3.4. Modelagem dos edifícios

O programa selecionado para as simulações foi o Apolux, desenvolvido no Laboratório de Conforto Ambiental/UFSC pelo Prof. Anderson Claro. Além das vantagens já relatadas no capítulo 2, foi também determinante a possibilidade de comunicação com o referido Professor para eventuais modificações visando às necessidades do método.

A modelagem deve considerar o roteiro apresentado abaixo em função das especificidades do programa. A mesma deve ser realizada em programas que geram arquivos do tipo *.dxf. A topografia e as edificações deverão ser executadas através de sólidos, em função da facilidade de modelagem. Em seguida, deve-se identificar em planta (seja manualmente ou através de um programa computacional que possibilite esta

vértices servirão apenas para conferência, se necessário. Uma *3dface* deve ser modelada e localizada no centro de cada pavimento a um metro do piso - altura referência das aberturas para cada fachada identificada nos edifícios (figura 4.13b).

A seqüência de modelagem e locação destes triângulos nas fachadas é muito importante, pois será esta a seqüência dos dados que o programa Apolux irá fornecer ao final das simulações em planilhas com extensão *.csv. Para facilitar este procedimento, sugere-se numerar as edificações da vizinhança e modelar os pontos seguindo esta ordem. Além disso, em cada fachada, sugere-se que a modelagem dos triângulos seja feita dos pavimentos inferiores aos superiores, como detalhado a seguir.

A modelagem dos triângulos em cada fachada inicia-se com a confecção de duas retas auxiliares (figura 4.14). A primeira delas deve ser horizontal com o comprimento de 0,01m para garantir que o programa considere os planos de análise como elementos distintos do plano da fachada. A outra deve ser uma reta vertical com a altura do edifício em questão. Em seguida, o plano do pavimento térreo é modelado para posteriormente ser copiado um a um em direção aos pavimentos superiores. Ao final, cria-se um bloco contendo as retas e os triângulos. Este conjunto deve ser copiado na seqüência desejada visando a compreensão dos dados ao final das simulações; sugere-se copiar os planos para as fachadas de cada edifício. Em seguida utiliza-se o comando *explode* e eliminam-se as retas auxiliares.

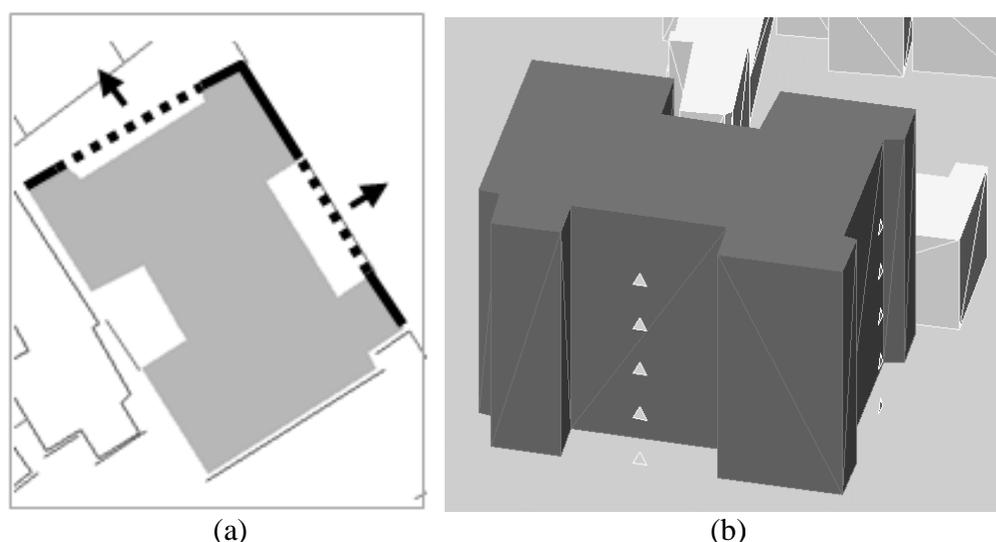


Figura 4.13: Simplificação da forma da fachada (a) e pontos de análise (b)

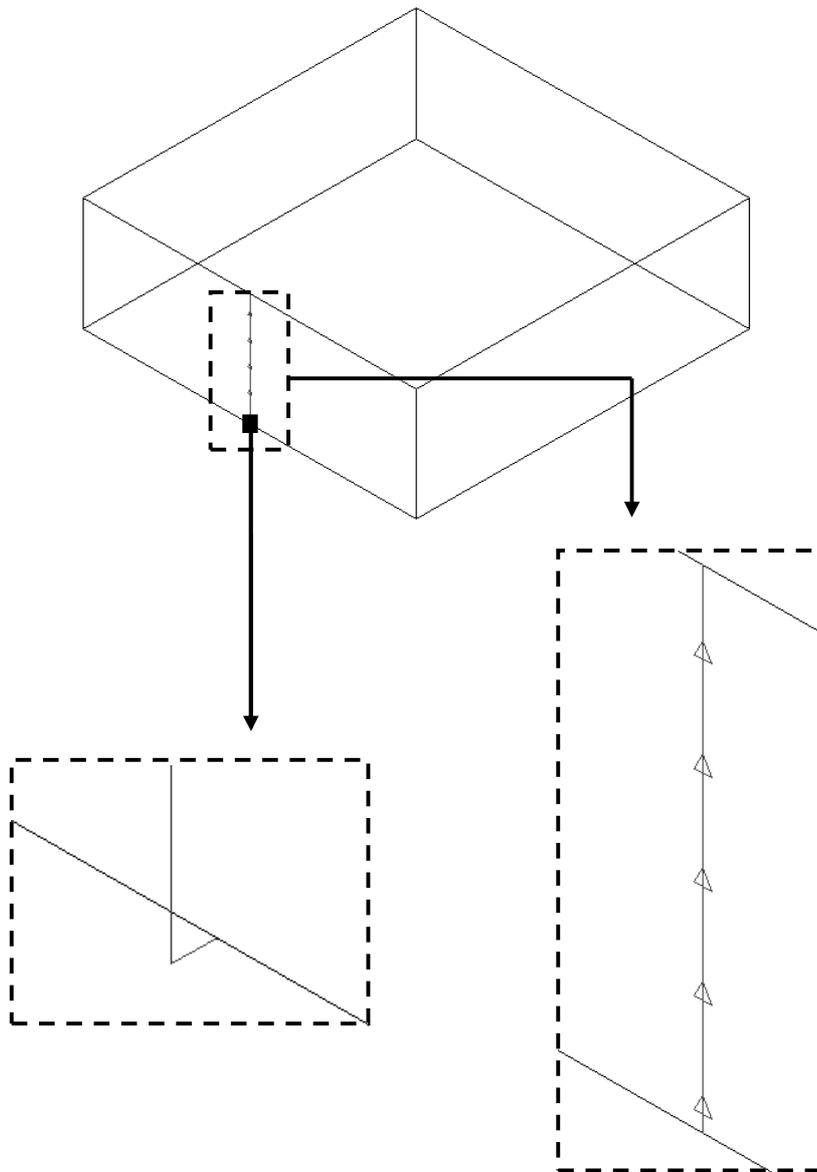


Figura 4.14: Construção dos planos de análise

Ao final desses procedimentos, dois arquivos são criados e salvos em formato *.dxf: um contendo o OI e outro não; ambos são necessários para a análise dos impactos de vizinhança. Antes da importação no programa Apolux, esses arquivos devem ter seus sólidos transformados em faces para o reconhecimento dos elementos no programa. Portanto, a modelagem da vizinhança (com o layer dos triângulos desabilitado, pois estes já são faces) deve ser “explodida” (ex. figura 15a) e exportada para o formato *.3ds. Em

seguida, abre-se um novo arquivo no CAD onde o arquivo *.3ds será inserido (ex. figura 15b) salvo novamente em *.dxf.

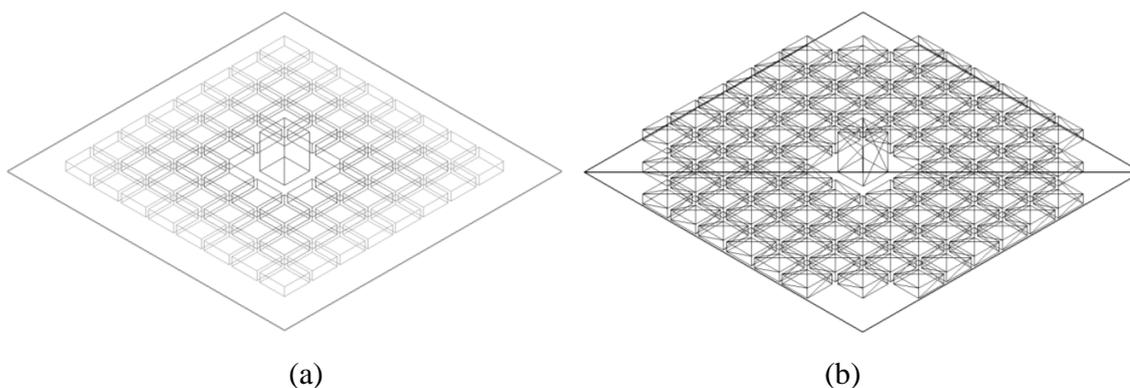


Figura 4.15: Exemplo de cenário modelado (a) e salvo no formato *.dxf e exemplo de cenário modelado, exportado em formato *.3ds e importado novamente para o AutoCAD e salvo em formato *.dxf (b)

Os triângulos deverão ser salvos em formato *.dxf separadamente dos demais *layers*.

4.2.3.5. Simulações

A obtenção dos dados para a análise dos impactos de vizinhança é feita a partir dos arquivos *.dxf, um contendo o cenário e outro os triângulos, que são importados para o módulo Fractal do programa Apolux. Nesse módulo é realizada a fragmentação das superfícies para que o cenário completo (cenário e triângulos) seja salvo em formato *.pjt e visualizado no módulo Fóton. Nesse segundo módulo é necessário informar quais superfícies serão consideradas planos de análise (item "Projeto" da barra de ferramentas), que foram separadas em um *layer* diferente dos demais elementos modelados. Além disso, para melhorar a visualização das máscaras deve-se alterar o parâmetro do globo (item "Parâmetros"), aumentando-se o número de faixas para 150.

Após esse processo, clica-se no item "bônus" da barra de ferramentas para a obtenção das máscaras e arquivos *.csv compatíveis com o programa *Excel* para todos os pontos do plano de análise. O primeiro formato de dados permite a visualização dos dados

(figura 4.16) (a área em preto na imagem representa a JCP). Já a segunda forma viabiliza a tabulação dos mesmos (figura 4.17), do contrário seria necessária a verificação máscara a máscara, para cada ponto das fachadas da vizinhança.

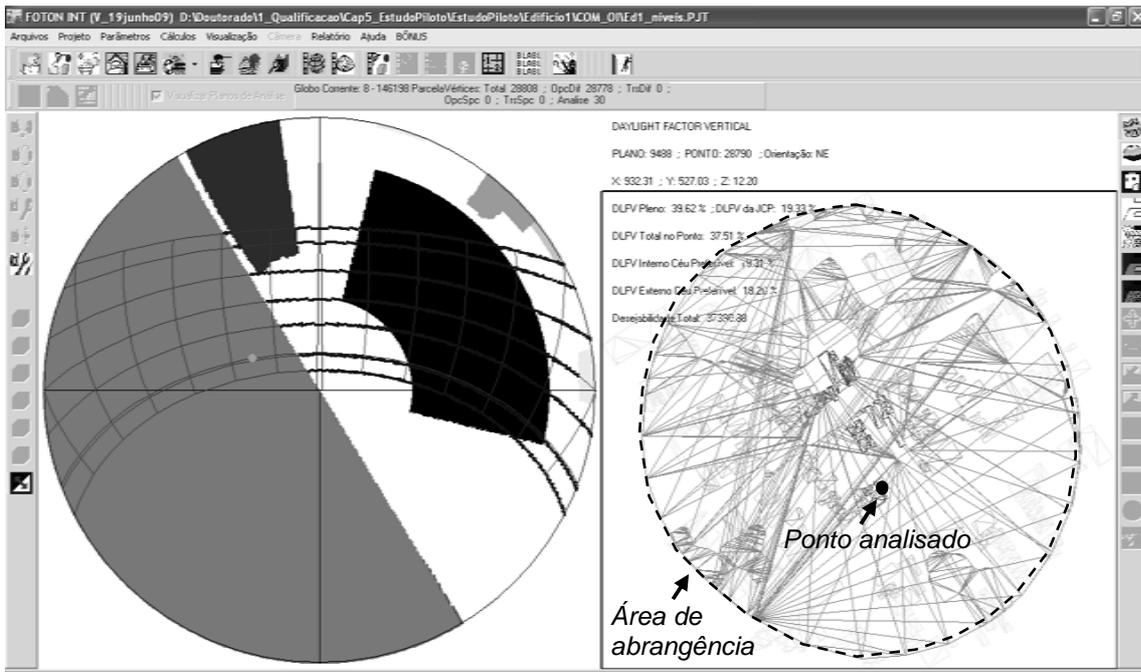


Figura 4.16: Exemplo de máscara obtida no programa Apolux

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	BF
1	D:\Doutorado\1_TESE\Cap5_MetodologiaTese\Cenarios\OI_Alto_homo\1_Olalto_regular_plano\1_Olalto_regular_plano									
2	Globo: 52670 direções									
3	Ângulos da Janela de Céu Preferível:									
4	Inf	Sup	Esq	Dir						
5		15	60	45	45					
6	Altura Solar:	65.860								
7	Iluminância Horizontal:	31.602.418								
8	Iluminância Vertical:	12.519.059								
9	DLF Vertical Pleno :	39.614								
10	DLF Vertical da JCP :	19.320								
11										
12	Plano	Vert.	X	Y	Z	DLFV Tot	DLFV Pref	DLFV Ext	Orient.	dsjp-tot
13		1020	4668	913.675	615.355	1.000	3.476	0.000	3.476	S 636.00
14		1021	4671	913.675	615.355	4.000	5.268	0.054	5.215	S 731.65
15		1022	4674	913.675	615.355	7.000	8.676	1.375	7.301	S 1047.58
16		1023	4677	913.675	615.355	10.000	15.788	6.304	9.484	S 1313.02
17		1024	4680	913.675	615.355	13.000	29.456	17.094	12.362	S 1737.07
18		1025	4683	935.485	637.165	1.000	3.484	0.000	3.484	E 523.07
19		1026	4686	935.485	637.165	4.000	5.283	0.047	5.236	E 977.88
20		1027	4689	935.485	637.165	7.000	8.661	1.357	7.304	E 2113.02

Figura 4.17: Exemplo de parte de uma planilha gerada pelo programa Apolux

O item "bônus" da barra de ferramentas está disponível em uma versão do Apolux realizada para atender às necessidades desta pesquisa. O Prof. Anderson Claro criou uma rotina que fornece os dados de RSP, FLDV, exposição solar e orientação para cada vértice dos triângulos.

4.2.3.6. Avaliação dos impactos

A análise dos impactos é realizada a partir da organização dos dados obtidos no programa Apolux. Os arquivos em formato *.csv contendo os dados das simulações dos cenários anterior e posterior ao OI deverão ser agrupados em uma mesma planilha do *Excel* para comparar os resultados de cada parâmetro de iluminação natural e insolação (exemplo na figura 4.18). Na planilha deverão conter os seguintes dados: número da edificação determinado para a sua localização no cenário, orientações das fachadas, pavimentos, número de identificação do plano de análise (triângulo) verificado nas planilhas com os dados de saída do Apolux (A e D - nas simulações antes e depois do OI), FLDV (A e D), horas de exposição solar à RSP+ (A e D) e RSP+ (A e D). O dado de RSP+M foi calculado dividindo-se os dados de RSP+ pelas horas de exposição solar para cada ponto. Os demais dados foram calculados através do procedimento adotado para efetuar a análise dos impactos (detalhado a seguir).



Edifício	Fachada	Pav	Plano		FIDV A	FIDV D	Suscetibilidade	Resultado	H sol A	H sol D	RP A		RP/h	RP/h D	Redução	Resultado
			A	D							Positivo	D				
1	S	1	348	360	3.510	3.487	0.993	Atv. Considerável I	7.87	7.50	1065.03	968.6	135.328	129.147	0.95	Insignificante
		2	349	361	5.243	5.222	0.996	Atv. Considerável I	8.11	7.97	1129.17	1072.93	135.579	129.602	0.96	Insignificante
		3	350	362	8.519	8.530	0.998	Atv. Considerável I	8.53	8.53	1181.35	1181.35	138.404	138.404	1.00	Não há impacto
		4	351	363	15.517	15.799	0.999	Insignificante	9.13	9.13	1496.88	1496.88	174.046	174.046	1.00	Não há impacto
		5	352	364	29.232	28.705	0.982	Insignificante	11.30	9.77	3735.98	1722.02	354.593	315.55	0.91	Insignificante
	L	1	353	365	3.501	3.478	0.993	Atv. Considerável I	5.07	5.07	483.18	483.18	95.3018	95.3018	1.00	Não há impacto
		2	354	366	5.223	5.198	0.995	Atv. Considerável I	7.00	7.00	944.23	944.23	134.89	134.89	1.00	Não há impacto
		3	355	367	8.538	8.505	0.997	Atv. Considerável I	10.12	10.12	2004.62	2004.62	198.085	198.085	1.00	Não há impacto
		4	356	368	15.515	15.493	0.999	Insignificante	17.83	17.83	6298.82	6298.82	813.271	813.271	1.00	Não há impacto
		5	357	369	29.212	28.689	0.982	Insignificante	36.80	36.80	20704.25	20704.25	677.308	677.308	1.00	Não há impacto

Figura 4.18: Exemplo de organização dos dados em planilha

A partir da organização dos dados, inicia-se o processo de análise propriamente dito. A suscetibilidade dos impactos foi considerada, de acordo com o método de avaliação de impactos proposto pelo BRE (descrito no capítulo 3). A classificação apenas em impactos positivos ou negativos foi considerada simplista e não abarcaria as diferentes escalas desses impactos. O método BRE utiliza sete tipos de impactos (tabela 4.1) obtidos através da comparação entre os valores dos parâmetros na condição base – anterior ao OI – e na proposta – posterior ao OI. Uma redução de até 20% dos parâmetros é considerada insignificante; entretanto, reduções superiores aliadas ao não atendimento do valor mínimo dos parâmetros farão com que o usuário do espaço interno perceba que a iluminação natural e a insolação do ambiente não são suficientes na maior parte do tempo, segundo Littlefair, 1991).

Tabela 4.1: Critério de suscetibilidade dos impactos (fonte: DRIVER JONAS, 2008)

Suscetibilidade	Relação entre a proposta e a condição base
<i>Benefício considerável</i>	Relação de aumento $> 1,3$ da condição base
<i>Benefício moderado</i>	Relação de aumento $\leq 1,3$ e $\geq 1,1$ da condição base
<i>Leve benefício</i>	Relação de aumento $< 1,1$ e $\geq 1,0$ da condição base
<i>Insignificante</i>	Relação de redução $< 1,0$ e $\geq 0,8$ da condição base
<i>Leve adversidade</i>	Relação de redução $< 0,8$ e $\geq 0,7$ da condição base
<i>Adversidade moderada</i>	Relação de redução $< 0,7$ e $\geq 0,6$ da condição base
<i>Adversidade considerável</i>	Relação de redução $< 0,6$ da condição base

Em função dos parâmetros escolhidos para o método proposto, tanto os valores de FLDV quanto os de RSP+ não implicarão em benefícios, com exceção da situação em que exista uma edificação mais obstrutiva no local da construção do OI. Esta situação é menos verificada, pois geralmente se constroem edificações com maior índice de aproveitamento, em função da sucessão dos planos diretores ao longo do tempo. Nesse sentido, na maioria dos casos haverá ou não adversidades em função da redução dos valores causada pelas obstruções.

A determinação dos impactos referentes à insolação se dará conforme o método BRE. A tabela 4.2 apresenta o resumo de todas as possibilidades. A suscetibilidade refere-se à porcentagem de redução do parâmetro e o tipo de impacto refere-se à sua classificação final.

Se o valor do parâmetro na condição base e proposta forem iguais, não haverá impactos (NI – Não há impacto), pois o objeto de impacto não causa interferência nas RSP+M. Se esses valores apresentarem reduções, o resultado do impacto poderá ser classificado como IN - Insignificante (em função da redução ser até 20%), Leve Adversidade, Adversidade Moderada e Adversidade Considerável.

Um aumento também pode ser verificado, pelo fato das RSP+ desobstruídas serem divididas pelo número de horas total de exposição (RSP+M). Na situação proposta pode haver uma grande redução no número de horas de exposição sem uma redução significativa na RSP+. Neste caso, considerou-se o tipo de impacto como NI.

Tabela 4.2: Tipos de impactos referentes à insolação

Relação entre a proposta e a condição base	Suscetibilidade	Tipo de impacto
Aumento > 1,0	Não há impacto (NI)	Não há impacto (NI)
Não há redução (valor = zero)	Insignificante (IN)	Não há impacto (NI)
Redução < 1,0 e $\geq 0,8$ da condição base	Insignificante (IN)	Insignificante (IN)
Redução < 0,8 e $\geq 0,7$ da condição base	Leve Adversidade	Leve adversidade
Redução < 0,7 e $\geq 0,6$ da condição base	Adv. moderada	Adv. Moderada
Redução < 0,6 da condição base	Adv. considerável	Adv. Considerável

Já a determinação dos impactos referentes à iluminação natural é mais detalhada, pois além de considerar os critérios de suscetibilidade, faz-se necessária a verificação do atendimento ao valor mínimo de FLDV (10%). Ao realizar as simulações dos cenários urbanos virtuais percebeu-se que mesmo atingindo o valor mínimo de FLDV na condição base e na proposta, alguns pontos apresentaram considerável redução. Por esta razão, julgou-se necessário também contabilizar este tipo de ocorrência.

A tabela 4.3 apresenta todas as possibilidades de impactos derivados da combinação entre o valor do FLDV (primeira e segunda coluna) e a suscetibilidade (quarta coluna). A terceira coluna é composta pelas categorias de acordo com os valores de FLDV da condição base e proposta. Se em ambas as situações os valores forem os mesmos, não haverá interferência do OI. Se os valores forem maiores que o mínimo a categoria é definida como “boa”. Entretanto, se o valor da condição base está acima do mínimo e na proposta está abaixo, se considera uma categoria “ruim”. A categoria “muito ruim” é

verificada quando ambos os valores estão abaixo do mínimo, ou seja, qualquer obstrução irá prejudicar mais uma situação já crítica.

As três categorias – boa, ruim e muito ruim – são relacionadas com os quatro tipos de suscetibilidade de redução. Os tipos de impactos possuem a mesma nomenclatura dos tipos de suscetibilidade aliado a um grau que pode variar de I a IV. Esses graus são dados em função da suscetibilidade; quanto maior a redução, maior o grau de impacto.

Tabela 4.3: Tipos de impactos referentes à iluminação natural

Condição base	Proposta	Categoria	Suscetibilidade	Tipo de impacto
Valor = mínimo	Valor = mínimo	<i>Sem interf.</i>	Insignificante (IN)	Não há impacto (NI)
Valor > mínimo	Valor > mínimo	<i>Boa</i>	Insignificante (IN)	Insignificante (IN)
Valor > mínimo	Valor > mínimo	<i>Boa</i>	Leve adversidade	Leve adversidade I
Valor > mínimo	Valor > mínimo	<i>Boa</i>	Adv. moderada	Leve adversidade II
Valor > mínimo	Valor > mínimo	<i>Boa</i>	Adv. considerável	Leve adversidade III
Valor > mínimo	Valor < mínimo	<i>Ruim</i>	Insignificante (IN)	Adv. Moderada I
Valor > mínimo	Valor < mínimo	<i>Ruim</i>	Leve adversidade	Adv. Moderada II
Valor > mínimo	Valor < mínimo	<i>Ruim</i>	Adv. moderada	Adv. Moderada III
Valor > mínimo	Valor < mínimo	<i>Ruim</i>	Adv. considerável	Adv. Moderada IV
Valor < mínimo	Valor < mínimo	<i>Muito ruim</i>	Insignificante (IN)	Adv. Considerável I
Valor < mínimo	Valor < mínimo	<i>Muito ruim</i>	Leve adversidade	Adv. Considerável II
Valor < mínimo	Valor < mínimo	<i>Muito ruim</i>	Adv. moderada	Adv. Considerável III
Valor < mínimo	Valor < mínimo	<i>Muito ruim</i>	Adv. considerável	Adv. Considerável IV

Através dessa avaliação, atribui-se para cada ponto da vizinhança dois tipos de impacto, um para a iluminação natural e outro para a insolação. Para a compreensão destes dados na vizinhança, duas informações são essenciais: a verificação da porcentagem de cada tipo de impacto na vizinhança e a espacialização dos impactos.

A verificação da porcentagem dos impactos na vizinhança é importante para a constatação dos tipos de impactos preponderantes, principalmente os adversos que deverão ser mitigados. Além desta verificação mais generalista, sugere-se a verificação de setores da vizinhança. Quanto maior a proximidade das edificações em relação ao OI, maior a visibilidade do mesmo e, portanto, a probabilidade de serem encontrados impactos adversos. Neste sentido, a divisão da vizinhança considerando esta proximidade pode auxiliar na separação dos níveis mais afetados dos menos. Esta divisão pode ser feita de diferentes maneiras. Uma delas pode considerar a forma da área de abrangência produzindo anéis concêntricos ao OI, observando uma distância arbitrária entre eles (ex. figura 4.19a). Outra opção é considerar as quadras da vizinhança. No exemplo da figura 4.19b, o primeiro nível possui as edificações localizadas na mesma quadra do OI (as quadras estão sombreadas em amarelo). As edificações das bordas frontais das quadras adjacentes estão setorizadas no segundo nível. O terceiro nível possui as edificações localizadas nas bordas posteriores das quadras adjacentes.

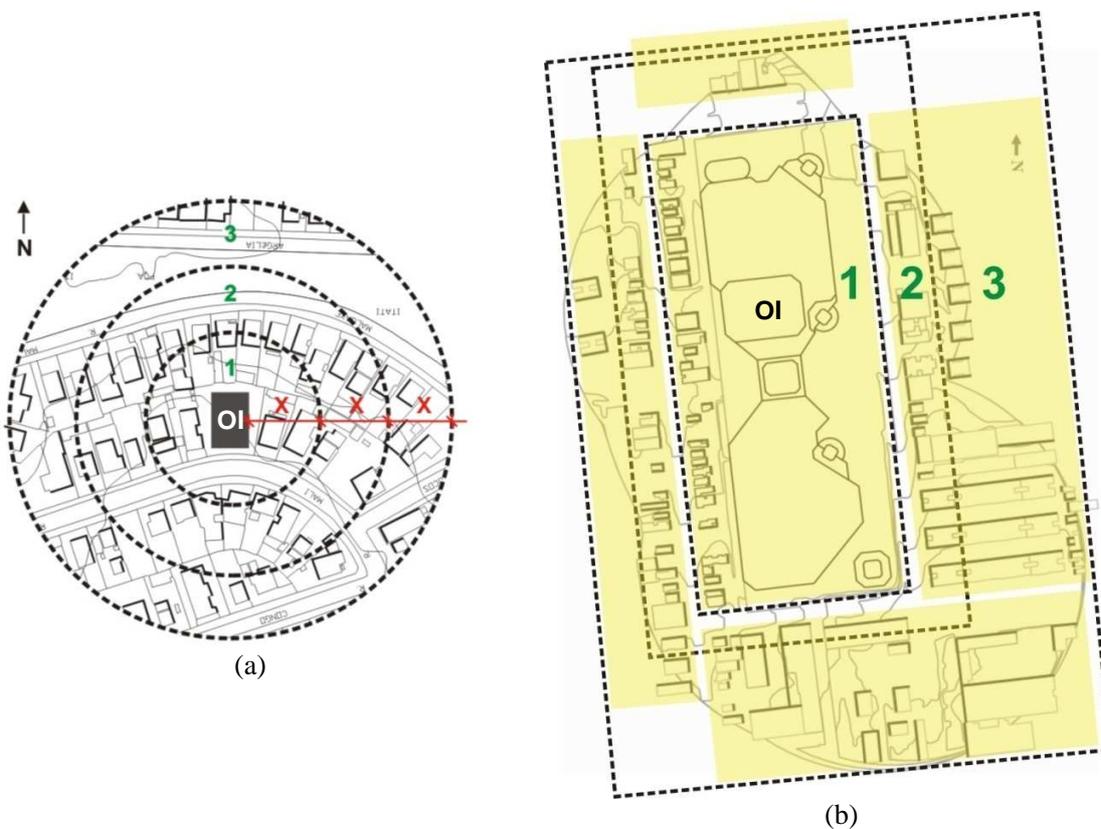


Figura 4.19: Exemplos de divisão da vizinhança em níveis

Além da verificação geral e setorizada da porcentagem dos tipos de impactos, a espacialização dos mesmos em planta possui importância fundamental no processo posterior de mitigação (exemplo na figura 4.20). Desta forma, as direções da vizinhança mais afetadas por impactos adversos indicarão a necessidade de modificações no projeto do OI na mesma direção, como será visto no item 4.2.3.7. Cada fachada impactada deverá receber linhas coloridas, de acordo com a legenda adotada para representar os tipos de impactos verificados (figura 4.20). Existindo apenas um tipo de impacto em todos os pavimentos da fachada, este será representado por uma linha. Do contrário, a linha mais externa à edificação representa o tipo de impacto sofrido pelos pavimentos mais baixos, a linha mais interna, os impactos sofridos pelos pavimentos superiores e, as intermediárias, os impactos sofridos pelos pavimentos intermediários.

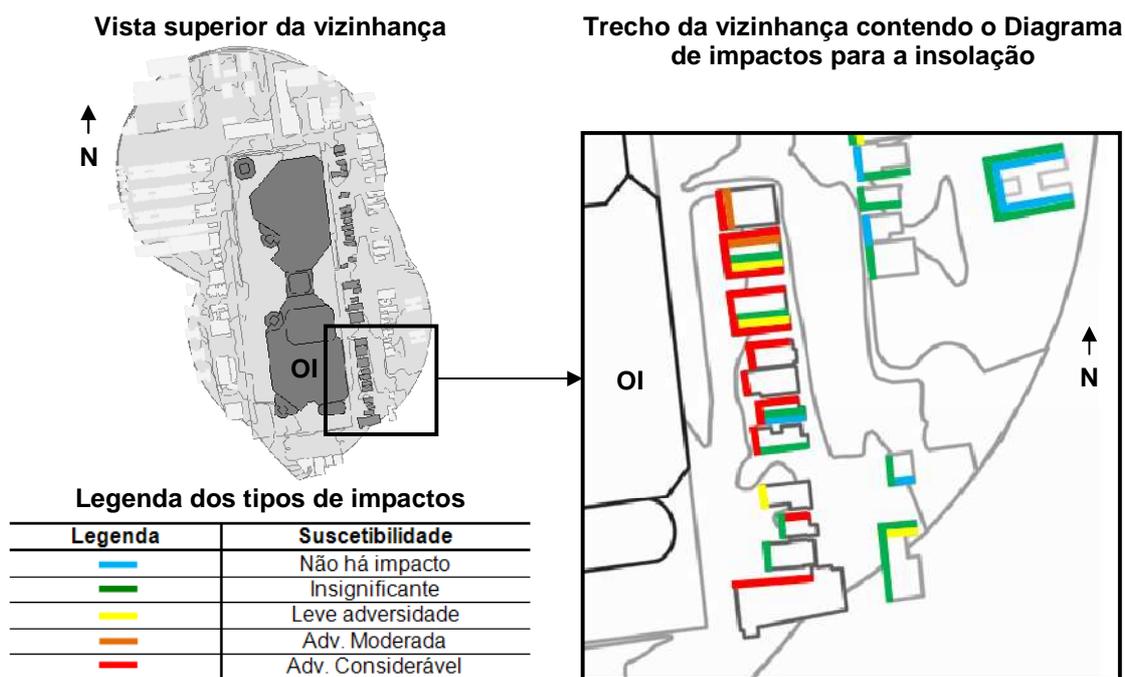


Figura 4.20: Exemplo de espacialização dos tipos de impactos nas fachadas

4.2.3.7. Medidas mitigatórias

Medidas mitigatórias podem ser caracterizadas como formas de reduzir um determinado prejuízo. Os impactos adversos verificados através do método proposto

poderão ser mitigados se a obstrução causada pelo OI for reduzida, por considerar apenas a parcela incidente dos recursos naturais.

Para que haja esta redução faz-se necessária a alteração do projeto do OI, uma vez que ele é responsável pelos impactos adversos verificados. Uma revisão da volumetria proposta, seja em função dos afastamentos e/ou altura, deve ser realizada a partir da determinação das porções mais afetadas da vizinhança através do Diagrama de impactos.

Em função de possíveis mitigações, destaca-se a importância do EIV ser realizado na etapa de anteprojeto do OI. Assim, será possível constatar as mitigações necessárias e possíveis em todos os itens presentes neste estudo e compatibilizar o projeto arquitetônico da melhor forma possível.

A mitigação dos impactos adversos em relação à iluminação natural e insolação é realizada em etapas, de acordo com a figura 4.21.

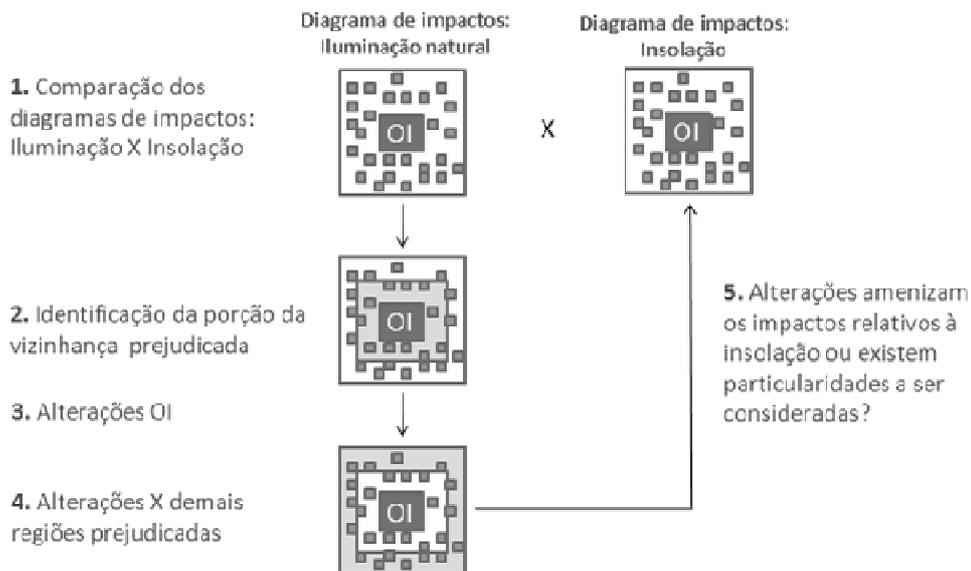


Figura 4.21: Ilustração das etapas para a mitigação de impactos relativos à iluminação natural e insolação

1) Comparação dos Diagramas de impactos:

Inicialmente comparam-se os Diagramas de impactos da iluminação natural e insolação. O Diagrama que possuir maior número de edificações afetadas por impactos adversos deve ser utilizado como base para a mitigação dos impactos (no exemplo da figura 4.2 o Diagrama de impactos relativos à iluminação natural possui esta característica). Além

do Diagrama, a planilha contendo os dados dos parâmetros para cada ponto deve ser revista para a constatação da extensão dos impactos adversos nos pavimentos dos edifícios.

2) Identificação da(s) porção(s) prejudicada:

No Diagrama identificam-se através de círculos as porções prejudicadas

3) Proposta de alteração do projeto do OI:

A partir da visualização das porções mais prejudicadas, propõem-se alterações para o OI. Estas alterações são realizadas através do aumento de afastamentos laterais ou da redução de altura. O aumento dos afastamentos pode ocorrer através da revisão do posicionamento do OI no terreno, não implicando em redução do potencial construtivo. Entretanto, esta redução pode ocorrer, de acordo com a necessidade de mitigação. Nesta etapa a utilização dos diagramas de trajetória fornecidos pelo programa Apolux é muito importante. Através delas é possível visualizar a influência do OI em cada ponto.

4) Alterações de projeto e as demais porções da vizinhança:

A partir da alteração proposta, avalia-se se esta alteração contribui com as demais porções da vizinhança em relação à diminuição da redução dos parâmetros de desempenho.

5) Verificação se os impactos adversos do outro Diagrama são beneficiados:

A alteração do OI que amenizou os impactos do Diagrama mais afetado, deve ser conferida em relação ao Diagrama menos afetado (Diagrama em relação à insolação, no caso do exemplo da figura 4.21). Se existirem demais particularidades, estas devem ser consideradas para uma segunda alteração do OI.

A efetivação da mitigação dos impactos somente será confirmada após a realização de uma nova simulação considerando a alteração do projeto.

4.3. Aplicação do método

A aplicação do método foi realizada em duas etapas: i) estudo piloto utilizando uma vizinhança real; ii) cenários urbanos utilizando vinte e oito vizinhanças virtuais e uma vizinhança real.

4.3.1. Estudo Piloto

O estudo piloto foi realizado com o objetivo de testar os procedimentos de simulação computacional, identificar eventuais modificações a serem feitas na metodologia e no programa Apolux e avaliar algumas formas de análise dos resultados a serem obtidos através das simulações.

4.3.1.1. Principais diferenças metodológicas em relação à proposta final

As maiores diferenças entre a proposta metodológica preliminar e a final estão nos parâmetros de desempenho utilizados e a na forma de avaliação dos impactos.

a) Parâmetros de desempenho

O parâmetro de iluminação natural era baseado apenas em Tregenza (2001) utilizando o valor de 10% como mínimo para o FLDV nas fachadas.

A insolação tinha dois parâmetros de análise: a necessidade de um balanço anual positivo das Radiações Solares Ponderadas e o mínimo de 1,5 horas de insolação nos meses do inverno com o objetivo de contemplar o efeito bactericida e psicológico da luz direta do Sol.

b) Avaliação dos impactos

As análises dos impactos eram efetuadas de maneira simplificada. Para cada ponto, a análise da iluminação e insolação poderia ser afetada por impactos neutros, positivos ou negativos (tabela 4.4).

Tabela 4.4: Situações onde o impacto será neutro, positivo ou negativo

Situação	Impacto Neutro	Impacto Positivo	Impacto Negativo
Sem OI	Valor < mín. requerido	Valor < mín. requerido	Valor \geq mín. requerido
Com OI	Valor < mín. requerido	Valor \geq mín. requerido	Valor < mín. requerido
ou	ou	-	-
Sem OI	Valor \geq mín. requerido	-	-
Com OI	Valor \geq mín. requerido	-	-

Com o objetivo de determinar o impacto do OI sobre cada edificação da vizinhança se fazia necessária a verificação da porcentagem de pontos contendo estes três tipos de impactos. Se a porcentagem dos pontos com impactos neutros e/ou positivos fosse

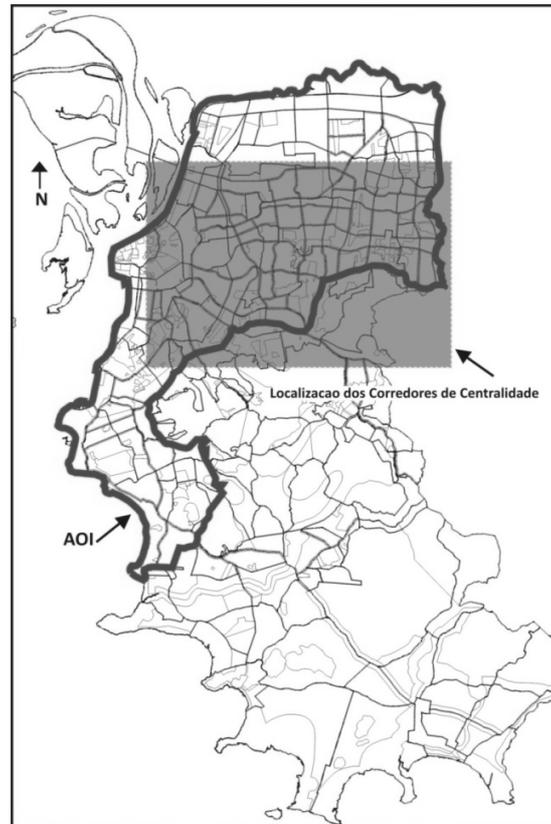
igual ou maior que 75% considerava-se o impacto de vizinhança como positivo e/ou neutro na sua totalidade

Conhecidos os impactos sofridos por todas as edificações da vizinhança, calculava-se a porcentagem de edifícios com impactos negativos, positivos e neutros da mesma forma que o procedimento anterior. Para que o OI produzisse impactos considerados aceitáveis, os valores de impactos positivos e/ou neutros deveriam ser iguais ou superiores a 75%. Utilizou-se essa porcentagem como uma referência, assim como o LEED *Neighborhood* para a avaliação do item orientação solar.

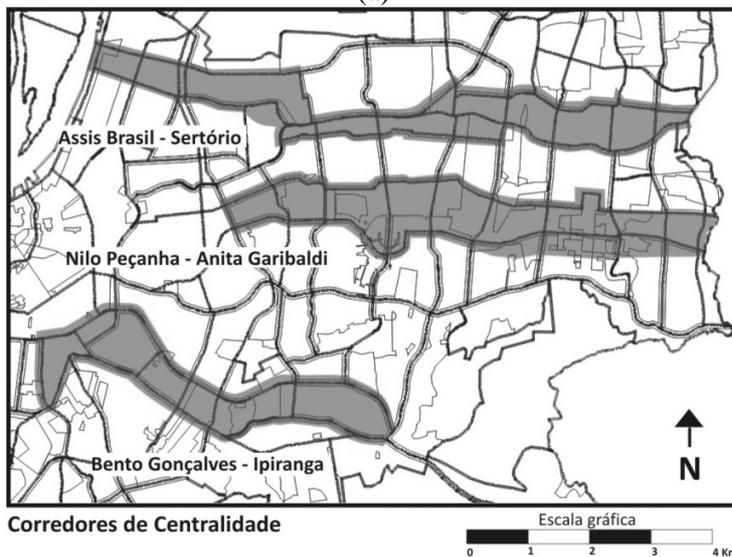
4.3.1.2. Vizinhança analisada

A proposta inicial era simular condições reais de vizinhança na cidade de Porto Alegre. Para a seleção dos estudos de caso buscou-se edifícios - objetos de impacto - que tivessem grande porte em termos de altura. Portanto, escolheram-se edifícios contendo 52 metros que representavam a máxima altura permitida pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental (1999).

A construção desses edifícios está prevista nos corredores de centralidade localizados na Área de Ocupação Intensiva (AOI). A principal característica dos corredores é o estímulo ao adensamento construtivo que, conseqüentemente, acaba por aumentar a obstrução do céu diminuindo a disponibilidade de iluminação natural e insolação. Os três corredores de centralidade estão localizados entre as Avenidas Sertório e Assis Brasil; Anita Garibaldi e Nilo Peçanha e Ipiranga e Bento Gonçalves (figura 4.22).



(a)



(b)

Figura 4.22: Localização dos três Corredores de Centralidade de Porto Alegre

Para a realização do estudo piloto, escolheu-se o corredor de centralidade com menor número de edificações com 52 metros de altura visando simplificar o levantamento

das vizinhanças. Neste sentido, o corredor entre as Avenidas Bento Gonçalves e Ipiranga foi selecionado por conter apenas seis edifícios.

A partir do levantamento das seis vizinhanças, escolheu-se um edifício para a análise dos seus impactos sobre a vizinhança que possuía maior porcentagem de edifícios acima de quatro pavimentos. Foram definidas quatro regiões de impacto (identificadas em vermelho, laranja, amarelo escuro e claro) de acordo com a proximidade do OI. Para cada região escolheu-se a edificação mais alta para a verificação dos impactos.

Foram analisados dois cenários: a situação real da vizinhança (figura 4.23a) e a proposta pelo Plano Diretor vigente (figura 4.23b).

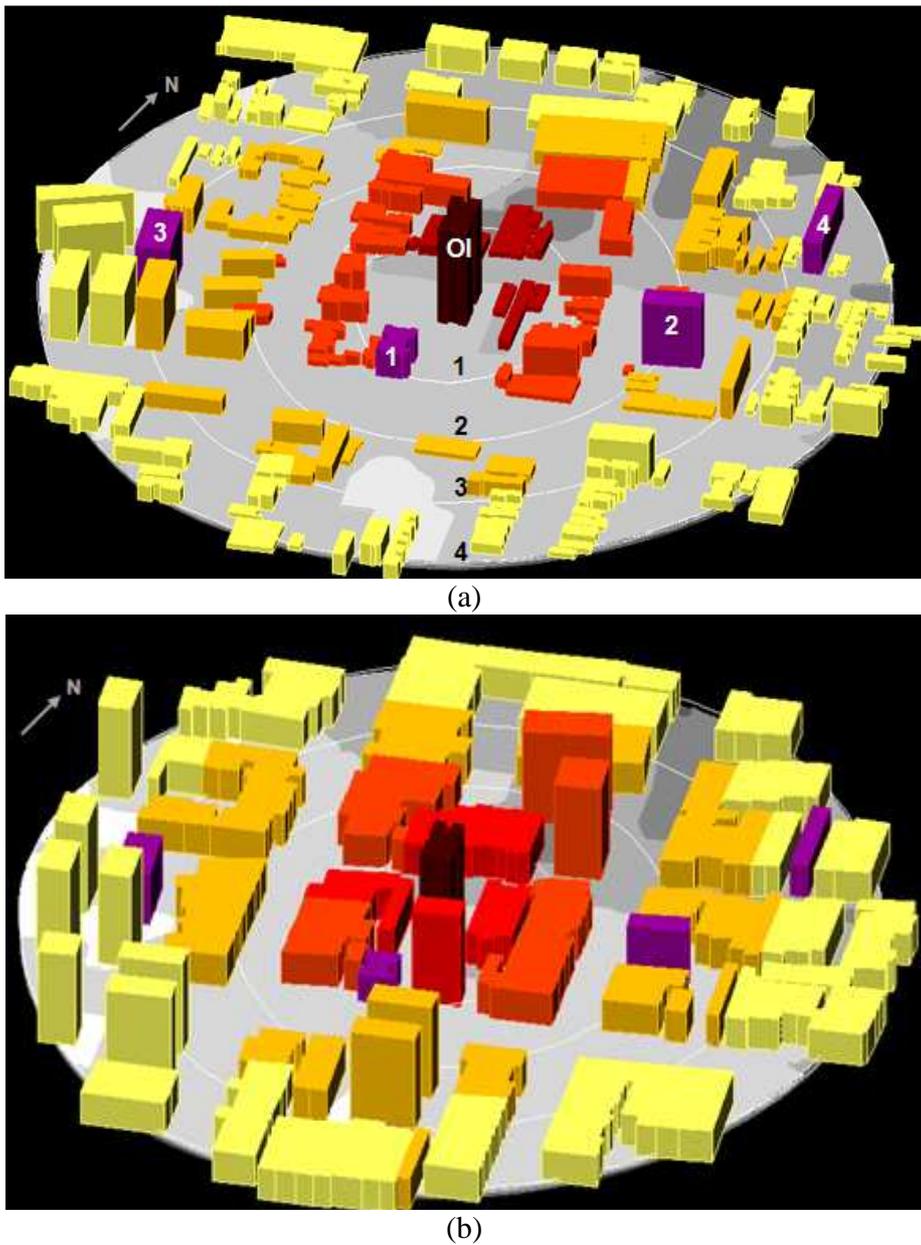


Figura 4.23: Cenário urbano real (a) e máximo de ocupação pelo Plano Diretor vigente (b)

4.3.1.3. Aspectos metodológicos revistos após o estudo piloto

Após o estudo piloto e a pesquisa por estudos de impacto de vizinhança internacionais, alguns aspectos metodológicos foram revistos.

a) Parâmetros de desempenho

Em relação à iluminação natural foram realizadas pesquisas para avaliar qual o valor mínimo de FLDV deveria ser empregado, descritas neste capítulo, que acabaram por reforçar a utilização do valor de 10% como referência. Entretanto, os parâmetros da insolação sofreram uma revisão mais profunda.

O balanço das Radiações Solares Ponderadas anuais que deveria ser positivo para que o impacto fosse aceitável foi substituído pela análise da redução das RSPM. O balanço mascarava o impacto do OI, pois não se tinha clareza se o OI poderia estar obstruindo mais radiações positivas ou negativas. Visando solucionar esta questão, num primeiro momento analisaram-se as reduções destas radiações separadamente. Entretanto, julgou-se inadequado avaliar a redução dos valores das radiações negativas considerando que a sua obstrução acarretaria uma melhoria nas condições de insolação da vizinhança. Neste caso, recomenda-se a utilização de proteções solares e não edificações para a redução destas radiações indesejáveis. Desta forma, considerou-se apenas a avaliação das reduções das RSP positivas como parâmetro. já que estas são desejáveis.

A média de 1,5 horas de insolação durante os meses do inverno foi descartada. Ao considerar as RSP+, busca-se a provisão de aquecimento solar passivo nos horários do ano em que há esta necessidade. Além disso, concluiu-se que não há consenso na literatura específica sobre um número de horas ideal e sobre a eficácia da penetração da luz solar nos ambientes, principalmente com o objetivo de satisfazer as necessidades psicológicas e fisiológicas.

b) Avaliação dos impactos

A principal mudança ocorrida na avaliação dos impactos foi a incorporação da análise da suscetibilidade. No estudo piloto verificou-se a necessidade de avaliar a redução dos valores dos parâmetros da condição base para a proposta em função de que a classificação dos impactos em positivos, negativos ou neutros não apresenta a magnitude dessa redução.

Outra mudança efetuada foi em relação à definição de um laudo geral da vizinhança. Para que o projeto fosse aprovado, 75% dos impactos nos pontos deveriam ser neutros e/ou positivos. Acredita-se que, independentemente da porcentagem dos impactos verificados, eles devem ser mitigados.

c) Incorporação de medidas mitigatórias

Na pesquisa por EIVs nacionais e internacionais notou-se a proposição de medidas mitigatórias para os impactos adversos, tanto para a iluminação natural e insolação quanto para os demais itens analisados. Considera-se válida a incorporação dessas medidas para que a vizinhança e o poder público sejam informados e para que proponente do empreendimento as providencie como condição necessária para a construção do empreendimento.

d) Utilização de cenários virtuais

A utilização de cenários urbanos virtuais para a aplicação do método foi considerada adequada, pois as variáveis urbanas envolvidas podem ser controladas.

4.3.2. Cenários urbanos analisados

Foram definidos vinte e oito cenários virtuais e um cenário real para a avaliação dos impactos de vizinhança. Os cenários virtuais objetivaram a comparação de impactos verificados em diferentes configurações de edifícios e ocupações. A aplicação do método em um cenário real foi realizada para teste do método em um caso concreto.

A cidade escolhida para a análise dos cenários foi Porto Alegre. Como a avaliação da insolação também foi realizada nessa pesquisa, a cidade deveria pertencer a uma das zonas bioclimáticas 1, 2 ou 3. Como os dados de RSP já foram calculados para as cidades de Florianópolis e Porto Alegre, optou-se pela última, já que apresenta um clima composto com estações bem definidas. Os valores de RSP para Porto Alegre encontram-se no Apêndice A para oito direções (Norte, Nordeste, Leste, Sudeste, Sul, Sudoeste, Oeste e Noroeste).

4.3.2.1. Cenários virtuais

A confecção dos cenários virtuais foi baseada nas propostas de Ng (2005) e Cheng (2006), mencionadas no capítulo 2. Ambos os autores utilizam diferentes configurações de edifícios justapostos em uma base quadrada, sem a determinação de vias e quadras, visando a simplificação dos cenários.

Os cenários propostos foram parcelados em porções menores para as edificações da vizinhança e uma porção central quatro vezes maior para o OI, conforme o exemplo da figura 4.24. A ocupação destas porções considerou o mesmo Índice de Aproveitamento¹ (IA) para que toda a vizinhança possuísse igual potencial construtivo, como em um caso de zoneamento real. A partir desta definição, escolheram-se quatro tipos de edificações para a composição da vizinhança – contendo cinco, dez, quinze ou vinte pavimentos - e dois tipos de OI – contendo dez e vinte pavimentos. O Índice de Aproveitamento (IA), as Taxas de Ocupação² (TO), os afastamentos mínimos e as alturas foram baseados no Plano Diretor vigente da cidade de Porto Alegre (tabela 4.5).

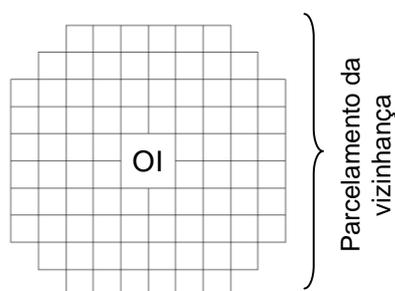


Figura 4.24: Exemplo de parcelamento dos cenários

Tabela 4.5: Características das edificações utilizadas nos cenários virtuais

Ed.	IA	Área terreno (m ²)	Área construída (m ²)	TO (%)	Projeção edifício (m ²)	Lado edificação (m)	Altura (m)	Afastamentos (m)
Viz.	4	2500	10000	75	2000	44,72	15 (5p)	2,64
Viz.	4	2500	10000	32,5	1000	31,62	30 (10p)	9,19
Viz.	4	2500	10000	26,67	666,66	25,82	45 (15p)	12,09
Viz.	4	2500	10000	20	500	22,36	60 (20p)	13,82
OI	4	10000	40000	20	2000	44,72	60 (20p)	27,64
OI	4	10000	40000	32,5	4000	63,24	30 (10p)	18,38

¹ Relação entre a área construída total e a área do terreno (FERRARI, 2004, p.189).

² Relação entre a área de projeção, no plano horizontal, da construção e a área do lote (FERRARI, 2004, p. 351)

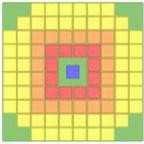
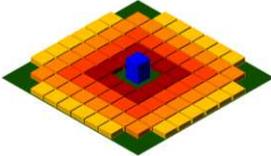
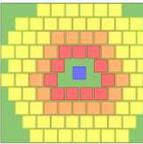
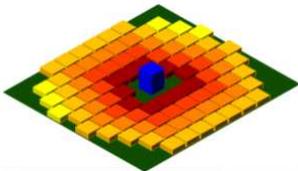
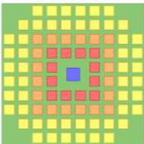
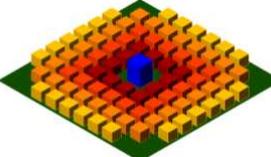
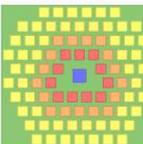
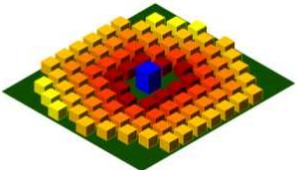
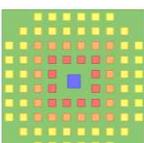
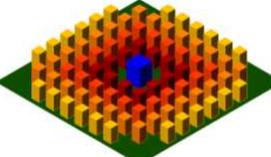
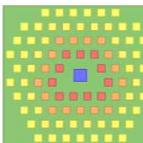
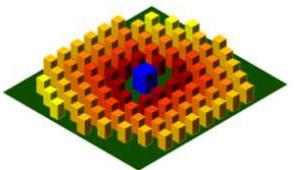
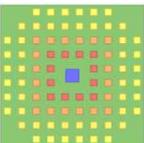
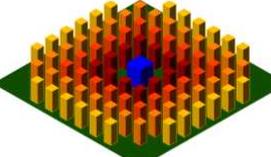
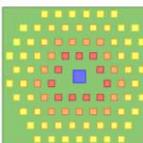
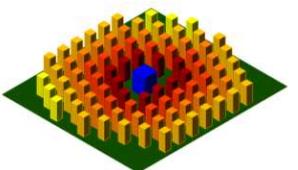
Inicialmente, foram compostos cenários homogêneos, em relação às edificações da vizinhança (a nomenclatura dos cenários está descrita na tabela 4.6 e as ilustrações nas tabelas 4.7 e 4.8). A tabela 4.7 apresenta oito cenários contendo o OI com vinte pavimentos. Em função desta altura, o raio da vizinhança abrangeu quatro níveis de edificações na vizinhança, representados pelas cores vermelho (nível 1), laranja (nível 2), amarelo escuro (nível 3) e amarelo claro (nível 4). Como variação de ocupação, optou-se por parcelamentos regulares e alternados de edificações contendo cinco, dez, quinze e vinte pavimentos. Já a tabela 4.7 apresenta oito cenários contendo o OI com dez pavimentos, com as mesmas variações da vizinhança descritas anteriormente. Entretanto, foram analisados apenas dois níveis de ocupação (vermelho – nível 1 e laranja – nível 2) em função da altura do OI.

Serão analisados inicialmente os cenários de cada grupo (tabela 4.6), para posterior comparação entre os grupos. O objetivo destas análises é verificar a influência das características de composição dos cenários nos impactos.

Tabela 4.6: Nomenclatura dos cenários homogêneos

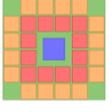
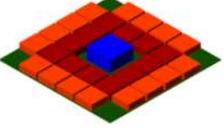
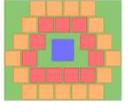
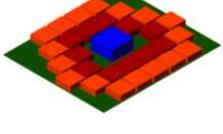
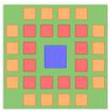
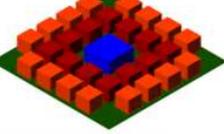
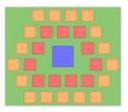
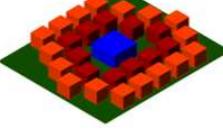
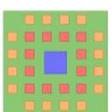
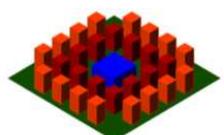
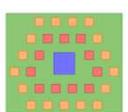
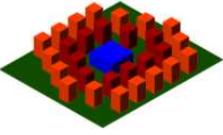
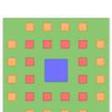
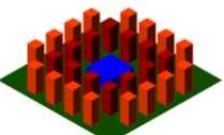
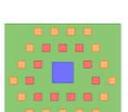
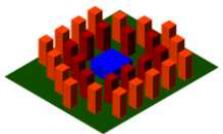
Grupo de Cenário (X variável)	Cenário	Características dos cenários		
		Altura das edificações da viz.	X = Altura do OI (pav.)	Tipo de parcelamento
X_OI20_regular	5_OI20_regular	5	20	regular
	10_OI20_regular	10	20	regular
	15_OI20_regular	15	20	regular
	20_OI20_regular	20	20	regular
X_OI20_alternado	5_OI20_alternado	5	20	alternado
	10_OI20_alternado	10	20	alternado
	15_OI20_alternado	15	20	alternado
	20_OI20_alternado	20	20	alternado
X_OI10_regular	5_OI10_regular	5	10	regular
	10_OI10_regular	10	10	regular
	15_OI10_regular	15	10	regular
	20_OI10_regular	20	10	regular
X_OI10_alternado	5_OI10_alternado	5	10	alternado
	10_OI10_alternado	10	10	alternado
	15_OI10_alternado	15	10	alternado
	20_OI10_alternado	20	10	alternado

Tabela 4.7: Cenários homogêneos com OI de 20 pavimentos

Cenários com parcelamento regular			Cenários com parcelamento alternado		
N	Planta	Perspectiva	N	Planta	Perspectiva
5_OI20_regular			5_OI20_alternado		
10_OI20_regular			10_OI20_alternado		
15_OI20_regular			15_OI20_alternado		
20_OI20_regular			20_OI20_alternado		

Legenda: OI  N1  N2  N3  N4 

Tabela 4.8: Cenários homogêneos com OI de 10 pavimentos

Cenários com parcelamento regular			Cenários com parcelamento alternado		
N	Planta	Perspectiva	N	Planta	Perspectiva
5_OI10_regular			5_OI10_alternado		
10_OI10_regular			10_OI10_alternado		
15_OI10_regular			15_OI10_alternado		
20_OI10_regular			20_OI10_alternado		

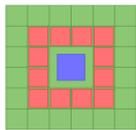
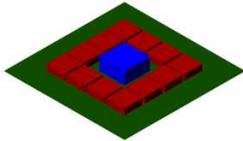
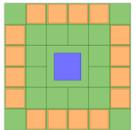
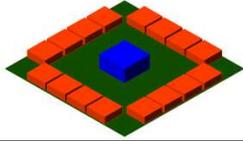
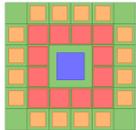
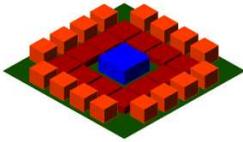
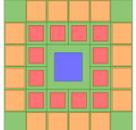
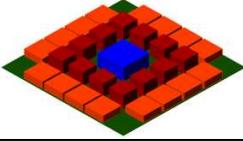
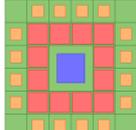
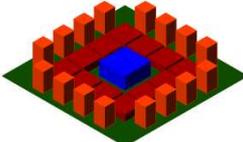
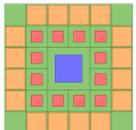
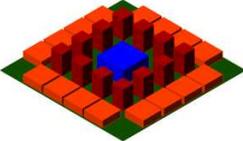
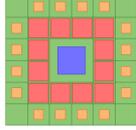
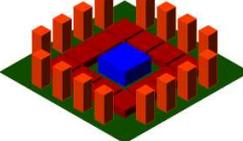
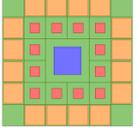
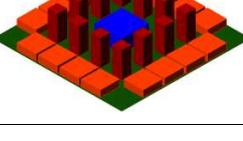
Legenda: OI  N1  N2 

Além dos cenários homogêneos, doze composições heterogêneas foram realizadas (a nomenclatura dos cenários está descrita na tabela 4.9 e as ilustrações nas tabelas 4.10 e 4.11). As mesmas visaram a avaliação dos impactos causados pelo OI contendo dez pavimentos em edificações de cinco pavimentos que compuseram os cenários com os demais tipos de edificações contendo dez, quinze e vinte pavimentos. As composições variaram entre os níveis (tabela 4.10) e nos níveis (tabela 4.11).

Tabela 4.9: Nomenclatura dos cenários heterogêneos de acordo com as suas características

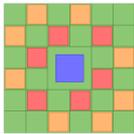
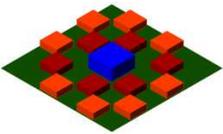
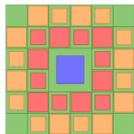
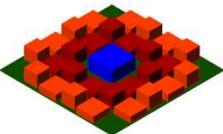
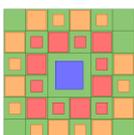
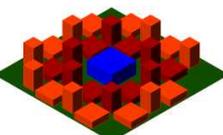
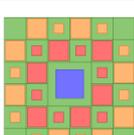
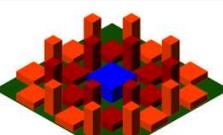
Grupo de Cenário	Cenário	Características dos cenários		
		Altura das edificações da viz.	Altura do OI (pav.)	Tipo de parcelamento
ENI_5_x	ENI_5_0	$N1 = 5/N2 = 0$	10	regular
	ENI_5_10	$N1 = 5/N2 = 10$	10	regular
	ENI_5_15	$N1 = 5/N2 = 15$	10	regular
	ENI_5_20	$N1 = 5/N2 = 20$	10	regular
ENI_x_5	ENI_0_5	$N1 = 0/N2 = 5$	10	regular
	ENI_10_5	$N1 = 10/N2 = 5$	10	regular
	ENI_15_5	$N1 = 15/N2 = 5$	10	regular
	ENI_20_5	$N1 = 20/N2 = 5$	10	regular
NNI_5_x	NNI_0	5 e 0	10	regular
	NNI_10	5 e 10	10	regular
	NNI_15	5 e 15	10	regular
	NNI_20	5 e 20	10	regular

Tabela 4.10: Cenários com variação entre níveis

Z	Edifícios 5 pavimentos próximos do OI		Edifícios 5 pavimentos afastados do OI		
	Planta	Perspectiva	N	Planta	Perspectiva
ENI_5_0			ENI_0_5		
ENI_5_10			ENI_10_5		
ENI_5_15			ENI_15_5		
ENI_5_20			ENI_20_5		

Legenda: OI  N1  N2 

Tabela 4.11: Cenários com variação nos níveis

Edifícios com variação nos níveis		
N	Planta	Perspectiva
NNI_0		
NNI_10		
NNI_15		
NNI_20		

Legenda: OI ■ N1 ■ N2 ■

4.3.2.2. Cenário real

Para a simulação de um caso real, foi escolhido um shopping (figura 4.20) que está sendo construído na zona norte de Porto Alegre (imagem do terreno na figura 4.19).



Figura 4.25: Imagem de satélite do terreno

O objeto de impacto real tem sua forma próxima ao OI virtual contendo 10 pavimentos que possui a combinação de maior taxa de ocupação e altura mais baixa (figuras 4.26, 4.27, 4.28 e 4.29).

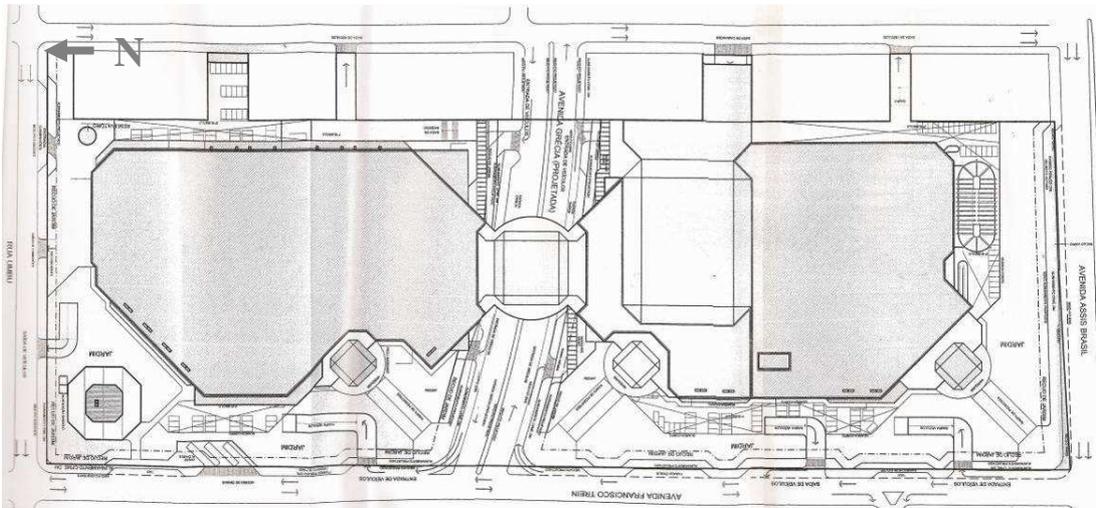


Figura 4.26: Planta de cobertura sem escala (fonte: EPT, 2006)

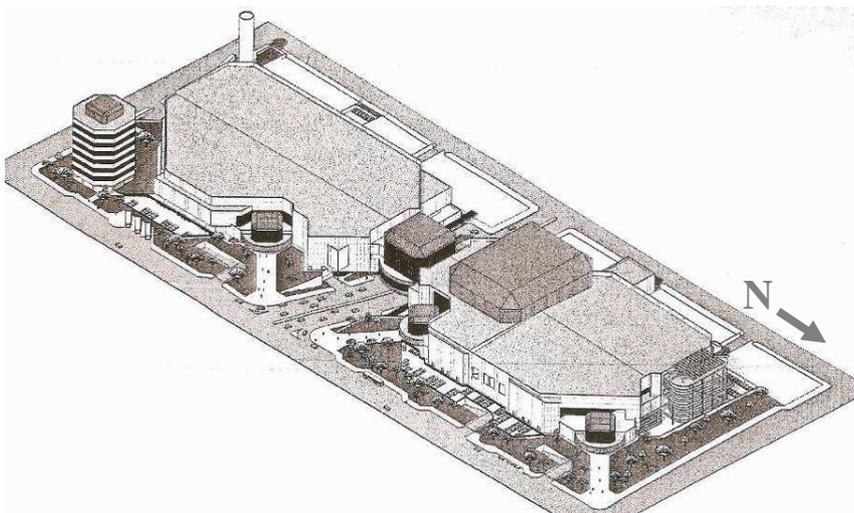


Figura 4.27: Perspectiva geral (fonte: EPT, 2006)

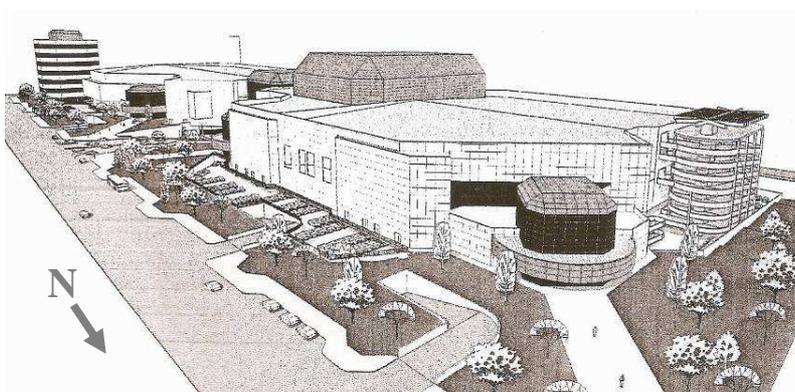


Figura 4.28: Perspectiva Norte (fonte: EPT, 2006)

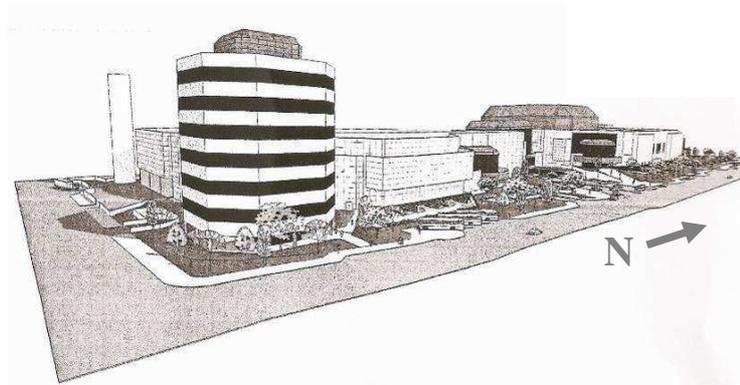


Figura 4.29: Perspectiva Sul (fonte: EPT, 2006)

Em relação à vizinhança imediata, a primeira característica refere-se à inserção do terreno do OI na vizinhança. O terreno pode ser denominado de “cabeça de quadra” por possuir apenas uma de suas divisas para outros terrenos. Em geral, empreendimentos deste porte ocupam uma quadra completa resultando num maior distanciamento da vizinhança pela presença das vias circundantes e possível abrandamento dos impactos adversos. No caso deste OI, esta proximidade poderá favorecer a identificação de impactos adversos.

Além disso, as edificações da área de abrangência (etapas da delimitação ilustradas na figura 4.30 – as cores amarelo, rosa e azul identificam os diferentes módulos) foram construídas em épocas distintas, sendo regidas por diferentes planos diretores. Neste sentido, é possível identificar regras urbanísticas variadas exemplificadas de maneira esquemática nas figura 4.31a e 4.31b (vista da parte Sul e Oeste da área de abrangência).

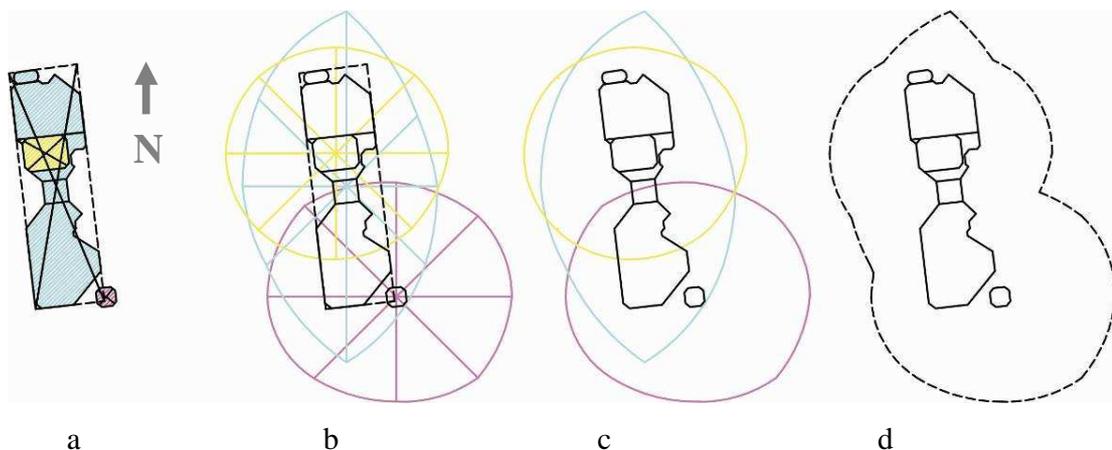


Figura 4.30: Etapas para a determinação da área de abrangência



(a)



(b)

Figura 4.31: Vista da parte Sul (a) e Oeste (b) da área de abrangência

Estas diferenças nos regimes urbanísticos podem ser verificadas através da diferença no número de pavimentos das edificações na figura 4.32 (o número de pavimentos do OI equivale ao pé-direito de 3m, para facilitar a comparação com as demais edificações). O levantamento das alturas faz parte de uma das etapas prévias à modelagem do cenário, como mencionado neste capítulo.



Figura 4.32: Número de pavimentos dos edifícios da vizinhança (escala indicada)

A modelagem do cenário foi realizada conforme as especificações da metodologia. Para facilitar a análise dos impactos, as edificações da vizinhança foram divididas em três níveis, como nos cenários virtuais, de acordo com a proximidade do OI (figuras 4.33, 4.34 e 4.35): o nível um corresponde às edificações inseridas na quadra do OI

(em vermelho), o nível dois (laranja) à primeira fileira de edificações das quadras adjacentes e o nível três às edificações localizadas atrás do nível dois (amarelo).

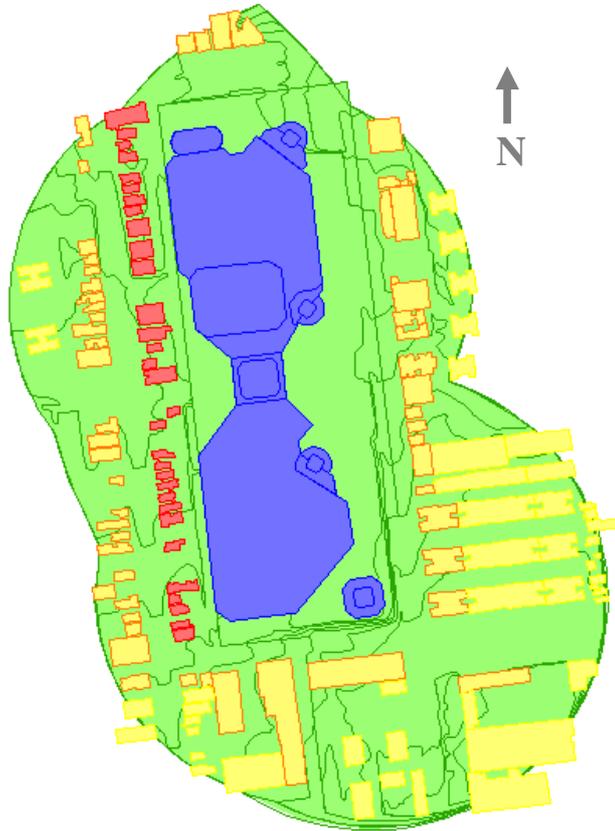


Figura 4.33: Divisão da vizinhança em três níveis (sem escala)

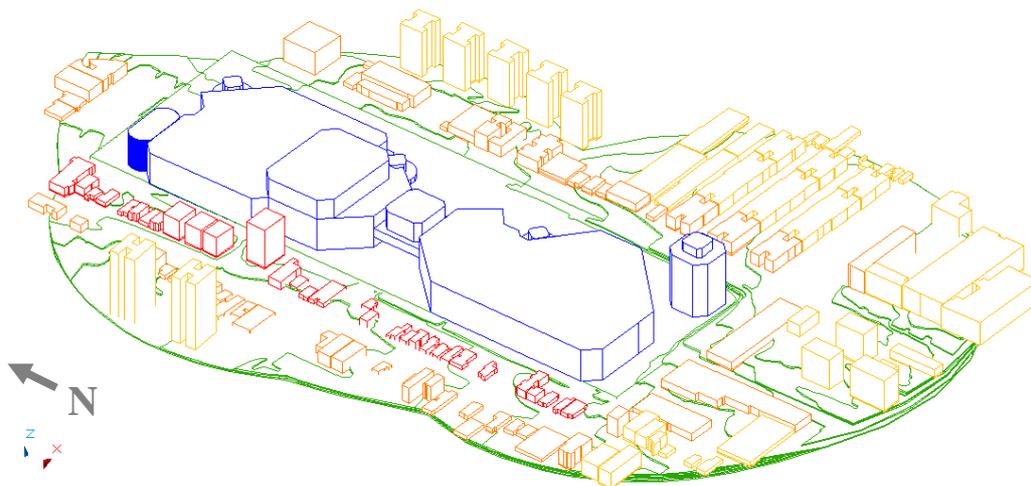


Figura 4.34: Perspectiva 1 do cenário modelado (sem escala)

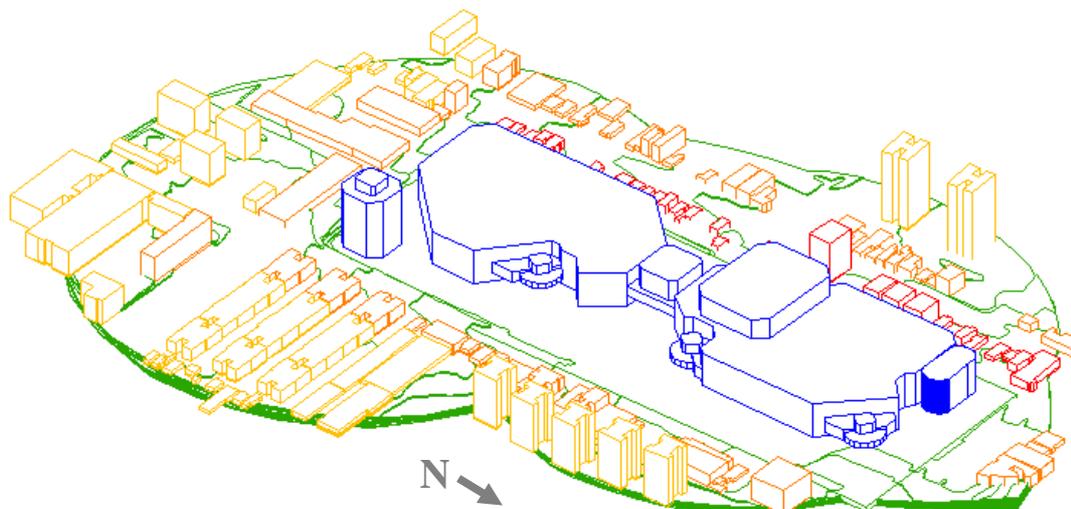


Figura 4.35: Perspectiva 2 do cenário modelado (sem escala)

4.4. Considerações finais

O método proposto utiliza a técnica de representação gráfica de visibilidade/obstrução da vizinhança em diagramas de trajetória solar associados com os parâmetros de desempenho. Acredita-se que esta seja uma das formas mais adequadas para integrar os fenômenos da iluminação natural e insolação. Entretanto, cabe destacar que a viabilização dessa técnica somente foi possível através do aporte computacional.

Um dos aspectos que devem ser destacados no método proposto, além da escolha da técnica e dos parâmetros, é a consideração das diferenças topográficas da vizinhança, tanto para a definição da área de abrangência quanto para as modelagens. Sua importância emerge no fato de que os resultados dos impactos sobre a iluminação natural e insolação são alterados pela altura das edificações. Se estas são elevadas e estão em cota superior à maioria da vizinhança, certamente as obstruções serão maiores.

A aplicação do método no estudo piloto foi de grande importância. Desta forma, obteve-se uma avaliação inicial da proposta possibilitando ajustes no método final. Estes ajustes também foram influenciados pela pesquisa por métodos para a avaliação de impactos no âmbito nacional e internacional.

Um dos ajustes importantes foi a inclusão das diferenças climáticas do Brasil na necessidade de avaliação dos impactos relativos à insolação. Ressalta-se que o método proposto pode ser utilizado em diferentes cidades no mundo desde que sejam adequados os parâmetros de desempenho.

Em relação aos cenários reais e virtuais analisados na pesquisa, algumas formas de ocupação urbana tiveram de ser priorizadas. A avaliação de outros tipos de ocupação abrangendo as variações possíveis seria inviável apenas nesta pesquisa, o que culminou na definição de alguns cenários para efetuar avaliações comparativas.

5. RESULTADOS E ANÁLISES

5.1. Introdução

O presente capítulo foi organizado conforme a figura 5.1; os resultados e análises do estudo piloto foram dispostos inicialmente, seguidos dos cenários virtuais e do cenário real.

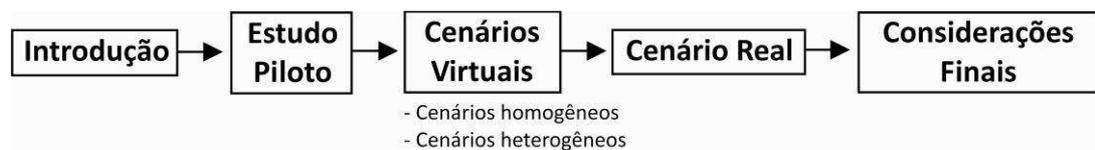


Figura 5.1: Organização do capítulo 5

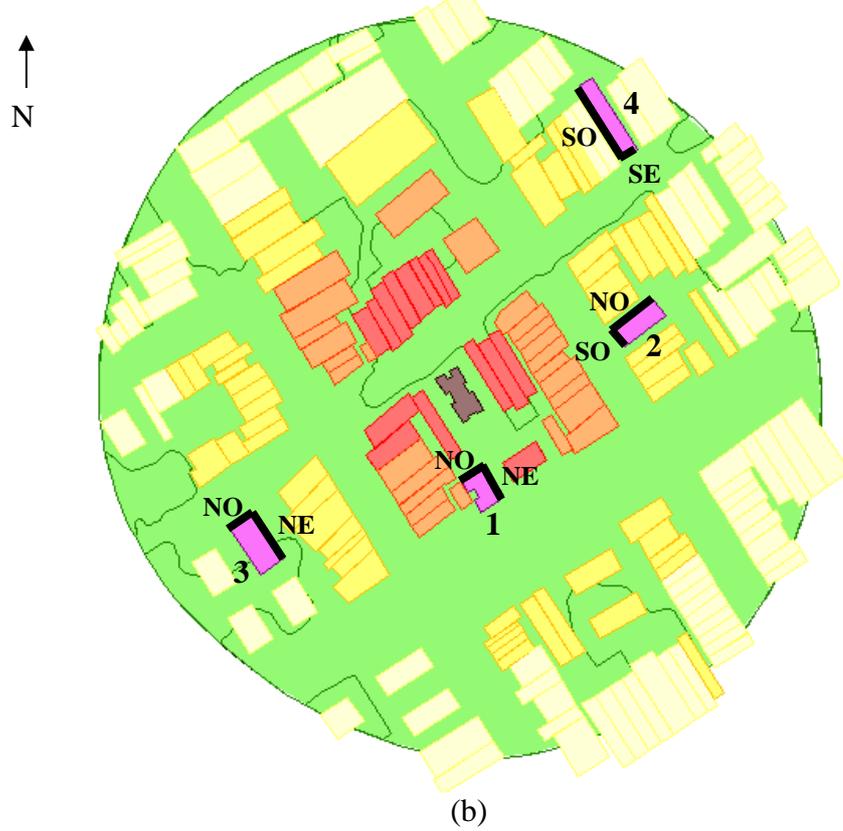
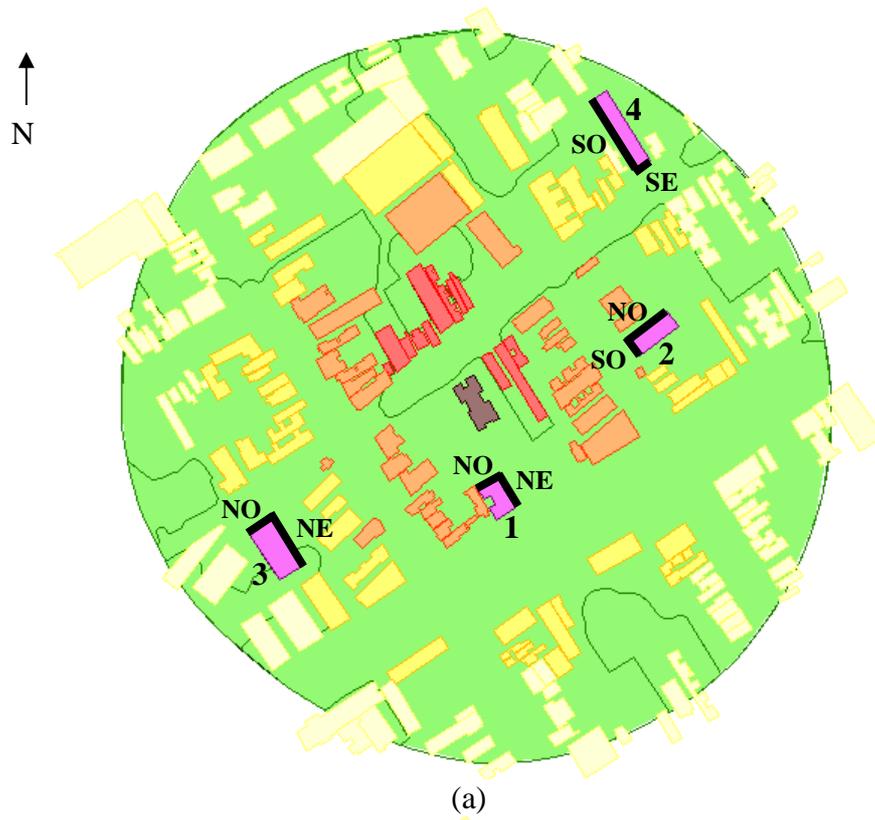
5.2. Estudo Piloto

Os principais resultados e discussões do estudo piloto nas situações de ocupação real e máxima prevista pelo Plano Diretor vigente.

a) Situação real

Observaram-se algumas tendências nas edificações analisadas em relação aos parâmetros considerados. Os valores de FLDV e horas de insolação aumentam em direção aos pavimentos superiores em função da diminuição da obstrução. Este fenômeno não é verificado para os valores de RSP, pois os mesmos variam de sinal e magnitude de acordo com o horário e mês correspondente.

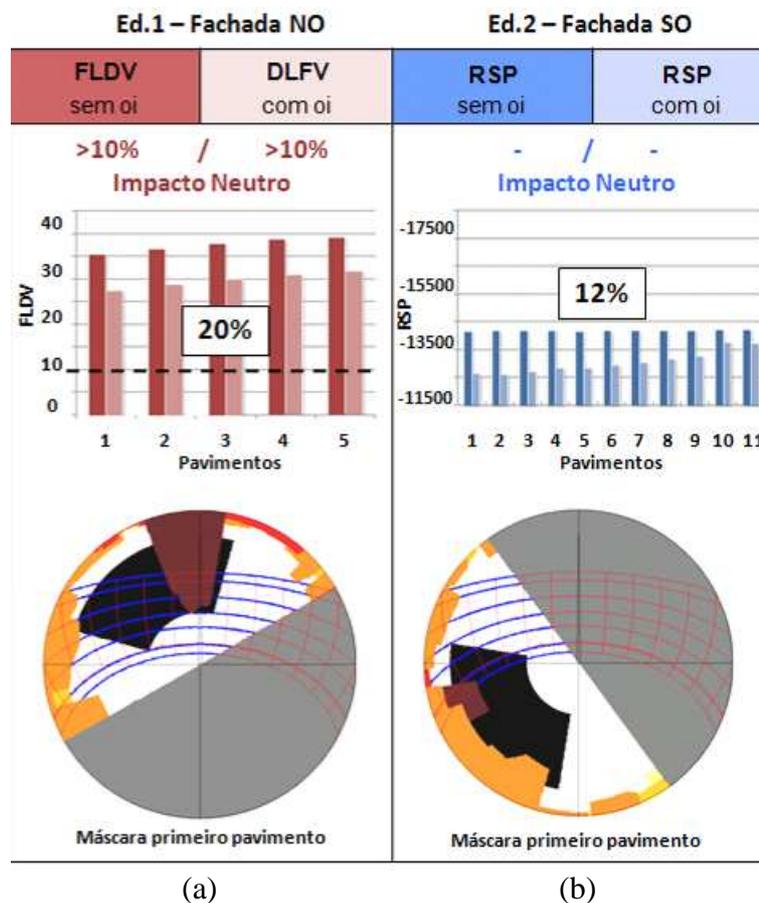
Os impactos foram neutros em todos os pontos dos quatro edifícios (figura 5.2a) e para os três parâmetros analisados no cenário urbano real. Os valores para os parâmetros sofreram alterações, mas não ultrapassaram os mínimos requeridos nas situações anterior e posterior ao OI.



Legenda: OI ■ N1 ■ N2 ■ N3 ■ N4 ■ Edifícios analisados ■

Figura 5.2: Identificação dos edifícios analisados nos cenários de ocupação (a) real e máxima (b)

Além da análise dos tipos de impactos realizou-se a avaliação da redução dos parâmetros de desempenho verificados nas situações anterior e posterior ao OI. As maiores reduções de FLDV por pavimento foram verificadas no edifício número 1 (figura 5.2a) obtendo uma média de 20% para fachada NO (figura 5.3a). Para os valores de RSP as maiores reduções no balanço anual ocorreram na fachada SO do edifício 2 (figura 5.3b). Essas reduções atingiram a média de 12% para todos os pavimentos. Os demais valores dos outros edifícios sofreram um decréscimo gradual proporcionalmente ao seu distanciamento em relação ao OI, decorrentes da diminuição da visibilidade do mesmo.



Legenda: OI ■ N1 ■ N2 ■ N3 ■ N4 ■

Figura 5.3: Maiores diferenças encontradas nas fachadas dos edifícios para FLDV (a) e RSP (b) nas situações anteriores e posteriores ao OI

Além da análise de redução dos parâmetros realizou-se a verificação da porcentagem de contribuição da área da JCP – parâmetro complementar - no FLDV total. Para cada ponto, verifica-se o valor total de FLDV e o valor de FLDV apenas da área da JCP, que será uma porcentagem do total. Em geral, todos os valores ficaram próximos a 50% (figura 5.4) demonstrando uma participação efetiva desta porção do céu que possui apenas 1/3 da área da meia abóbada.

Ainda em relação à contribuição da JCP, verificaram-se algumas tendências nos gráficos nos diferentes pavimentos dos edifícios (figura 5.4). A tendência à linearidade na porcentagem de contribuição no FLDV contido na JCP ocorre quando a obstrução da vizinhança não se sobrepõe à JCP (delimitada em preto), como pode ser verificado no exemplo da figura 5.4a. Soma-se a isso o fato de que o OI também reduz sua obstrução na JCP fazendo com que a contribuição desta área possua uma tendência linear entre os pavimentos. O comportamento decrescente em direção ao último pavimento também foi constatado (exemplo figura 5.4b). Neste caso, a JCP praticamente não é obstruída pela vizinhança do OI e essa obstrução diminui em direção ao último pavimento. Portanto, o resultado da contribuição é menor à medida que a área da JCP também aumenta. O comportamento misto nos pavimentos - linear e decrescente – em decorrência destas razões também foi verificado numa mesma edificação (observar máscaras no exemplo figura 5.4c). Nos pavimentos mais baixos este foi decrescente e nos mais altos, linear.

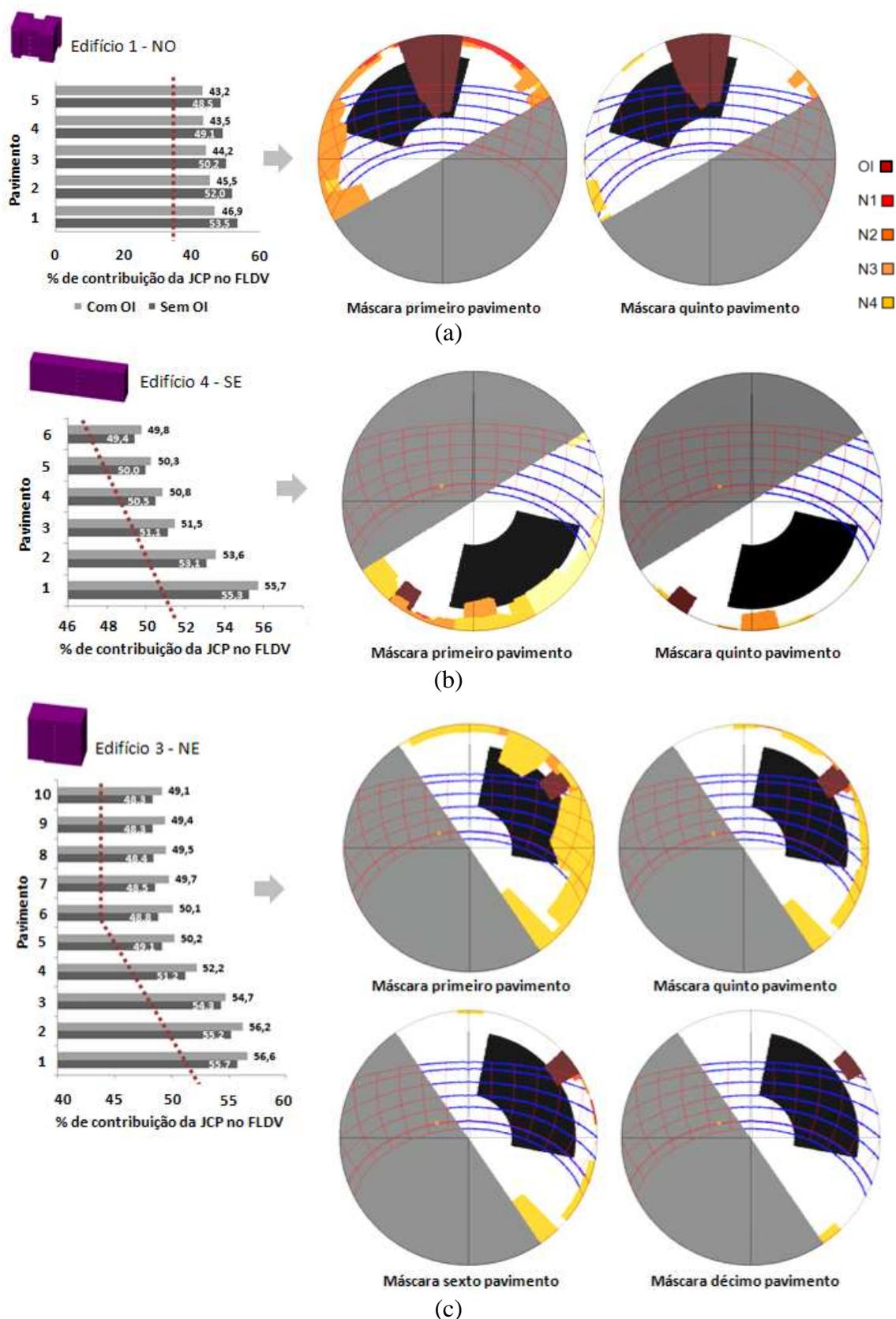


Figura 5.4: Diferentes comportamentos verificados nos valores de contribuição da JCP no FLDV nos pavimentos das edificações: linear (a), decrescente (b) e misto – decrescente e linear (c)

b) Ocupação máxima de acordo com o PDDUA

Após a análise do cenário real, modelou-se a ocupação máxima prevista pelo Plano Diretor vigente que estabelece para a vizinhança a altura de 18 ou 52 metros dependendo do porte do terreno (o porte é considerado grande se o terreno comportar os afastamentos necessários para construir a edificação de 52 metros). O objetivo dessa etapa foi avaliar os impactos sofridos pelas mesmas quatro edificações (figura 5.2b). Novamente o impacto sofrido foi neutro, entretanto, algumas edificações apresentaram na situação anterior e posterior ao OI valores abaixo do mínimo em detrimento do aumento das obstruções. As fachadas SE das edificação 2 e 4 apresentaram valores abaixo de 10% para o FLDV (figura 5.5a e 5.5c). Já a fachada NO da edificação 2 e SO da edificação 4 apresentaram valores abaixo da média de 1,5 horas de Sol no inverno (figura 5.5b e 5.5d).

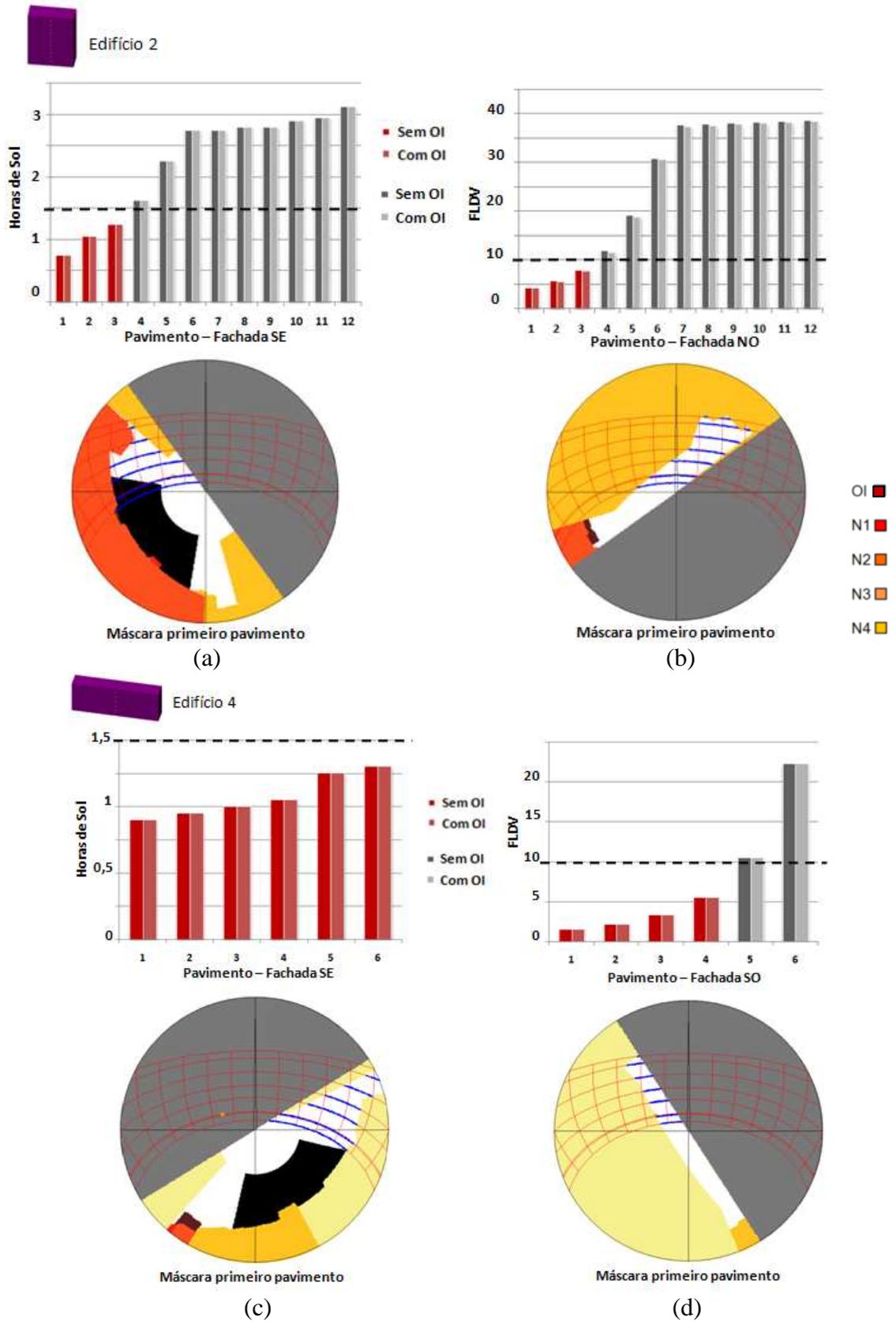


Figura 5.5: Edificações e suas fachadas que apresentaram impactos neutros, porém com valores abaixo do mínimo requerido nas situações anterior e posterior ao objeto de impacto

5.3. Cenários Virtuais

Os resultados obtidos nos cenários virtuais foram organizados em diagramas de impactos, permitindo a espacialização dos diferentes tipos verificados, representações de visibilidade/obstrução (máscaras), gráficos e tabelas. No apêndice B e C encontram-se todos os diagramas em maior escala, as representações do cenário em perspectiva e vista de topo com as edificações da vizinhança numeradas e a quantificação dos impactos na vizinhança correspondentes.

5.3.1. Cenários homogêneos

5.3.1.1. Impactos relativos à iluminação natural

Os resultados e análises dos impactos relativos à iluminação natural sofridos pelos cenários homogêneos foram organizados de acordo com a figura 5.6.

Inicialmente foram dispostos os resultados do tipo A (figura 5.7). Foram realizadas análises individuais e comparações em cada grupo de cenários identificados como A1, A2, A3 e A4.

As comparações dos impactos entre os grupos do tipo A ocorrem em B (figura 5.7, linha “B”). Inicialmente, as comparações envolveram os grupos de cenários com parcelamento regular e alternado (B1 e B2) e, em seguida, todos os grupos.

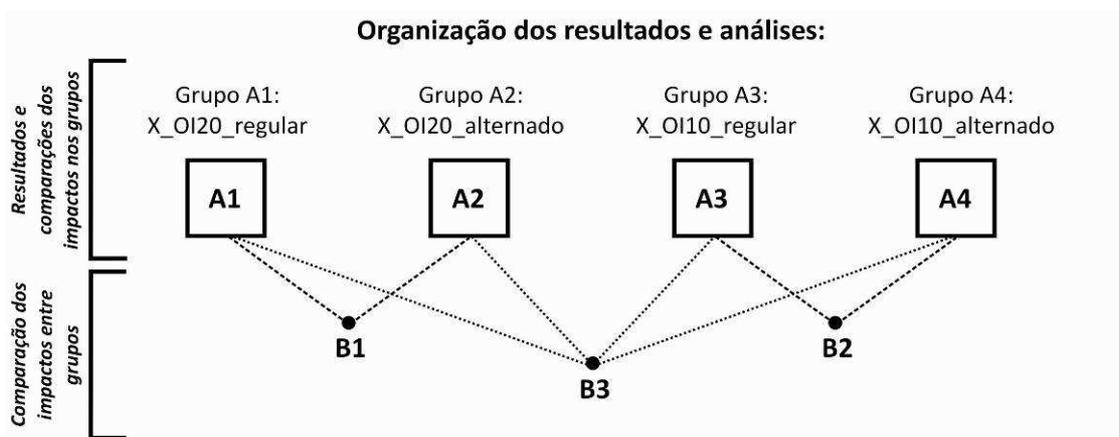
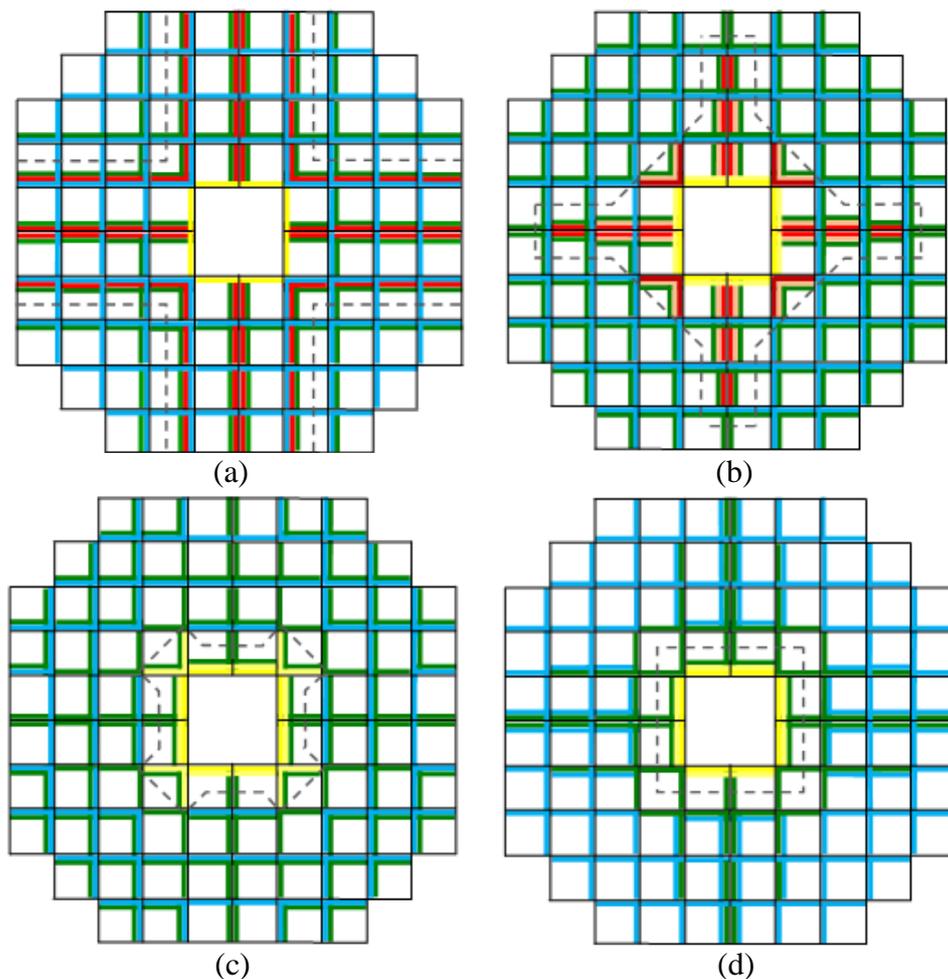


Figura 5.6: Organização dos resultados e análises dos impactos em relação à iluminação natural dos cenários homogêneos

A.1) Cenários: X_OI20_regular

Os diagramas de impactos dos cenários do grupo X_OI20_regular estão dispostos abaixo (figura 5.7). Os tipos de impactos verificados em cada fachada estão localizados na divisa de cada lote para facilitar a visualização (em vez de utilizar as próprias fachadas das edificações). As linhas tracejadas representam a delimitação dos impactos adversos.



Legenda:

NI		Leve Adv. I		Adv. Moderada I		Adv. Considerável I	
IN		Leve Adv. II		Adv. Moderada II		Adv. Considerável II	
		Leve Adv. III		Adv. Moderada III		Adv. Considerável III	
				Adv. Moderada IV		Adv. Considerável IV	

Figura 5.7: Diagramas de impactos dos cenários do grupo X_OI20_regular relativos à iluminação natural: 5_OI20_regular (a), 10_OI20_regular (b), 15_OI20_regular (c) e 20_OI20_regular (d)

A semelhança dos Diagramas deste grupo está na simetria dos impactos nas fachadas, pois o parâmetro para a avaliação da iluminação natural não possui diferenciação por orientação. Em relação aos impactos adversos, notam-se diferenças na distribuição (figura 5.7). Sua maior extensão é verificada no cenário 5_OI20_regular (figura 5.7a), diminuindo um pouco no cenário 10_OI20_regular (figura 5.7b) e consideravelmente nos cenários 15_OI20_regular (figura 5.7c) e 20_OI20_regular (figura 5.7d).

Os impactos adversos consideráveis estão presentes nos cenários 5_OI20_regular e 10_OI20_regular em todos os níveis. Neste sentido, a combinação de alturas mais baixas com taxas de ocupação elevadas contribui para que o valor de FLDV em algumas edificações esteja abaixo de 10% associado a uma redução de até 20% nas situações anterior e posterior ao OI. As máscaras do primeiro pavimento da fachada Sul do edifício 31 ilustram esta constatação (figura 5.8). Nos cenários 5_OI20_regular (figura 5.8a) e 10_OI20_regular (figura 5.8b) a obstrução da vizinhança é elevada e a presença do OI contribui ainda mais para a redução no FLDV. Já nos demais cenários - 15_OI20_regular (figura 5.8c) e 20_OI20_regular (figura 5.8d) - o impacto no ponto é do tipo IN.

Em todos os cenários verificam-se nas fachadas frontais ao OI impactos adversos do tipo Leve com variação nas modalidades I e II. A fachada Sul da edificação 2 foi tomada como exemplo. No primeiro pavimento o impacto é do tipo Leve Adversidade II para todos os cenários (máscaras na figura 5.9). Apesar do aumento nas obstruções da vizinhança em direção ao cenário 20_OI20_regular, o valor de FLDV atende ao mínimo em todas as cenários mantendo uma redução entre 50% e 59%. Entretanto, observando os impactos em todos os pavimentos (tabela 5.1), nota-se que este apresenta uma queda nos cenários contendo edificações mais altas, fazendo com que impactos mais amenos sejam verificados no lugar deste, em função da redução na obstrução.

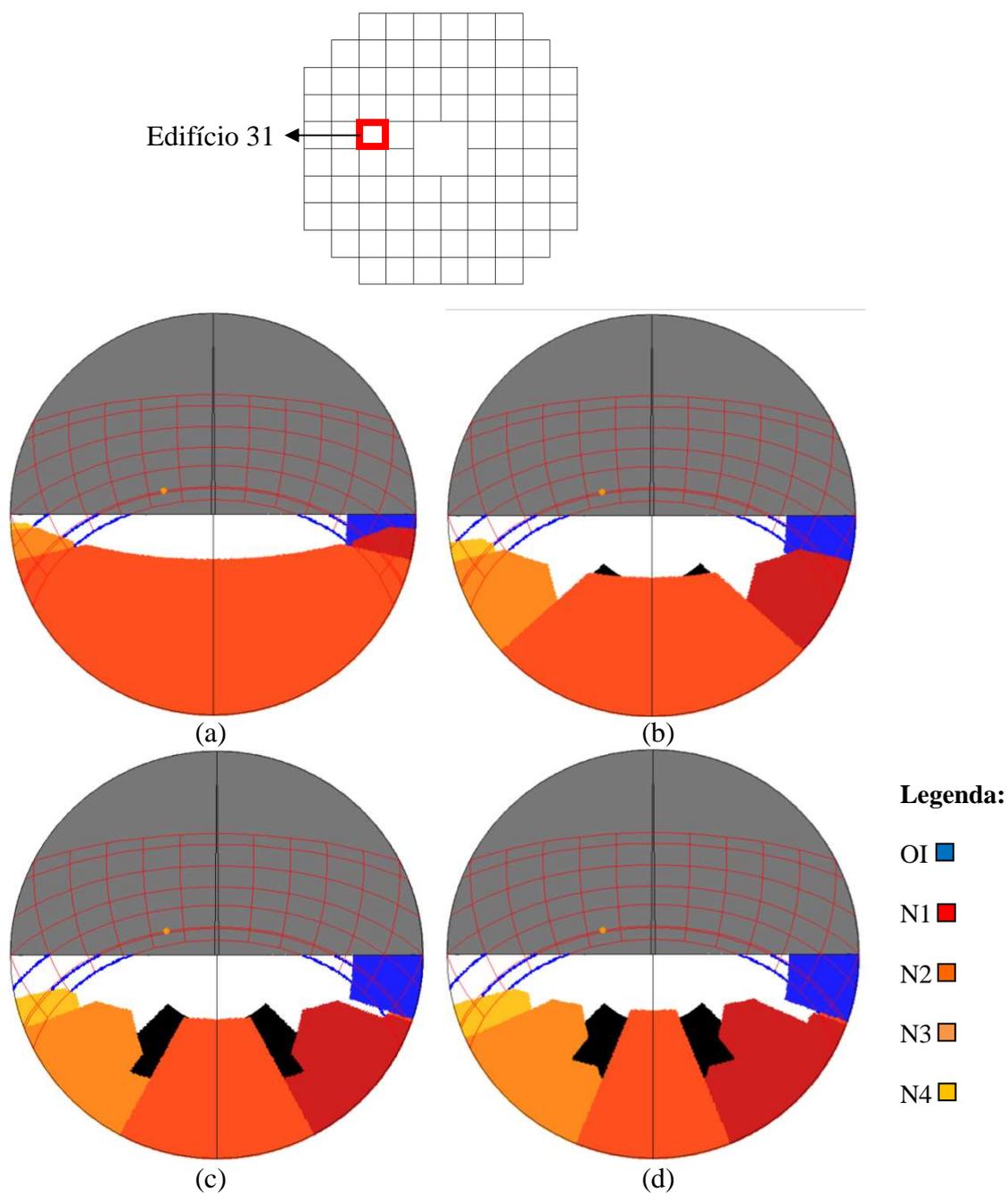


Figura 5.8: Máscaras do edifício 31 (primeiro pavimento da fachada sul) para os cenários 5_OI20_regular (a), 10_OI20_regular (b), cenários 15_OI20_regular (c), 20_OI20_regular (d)

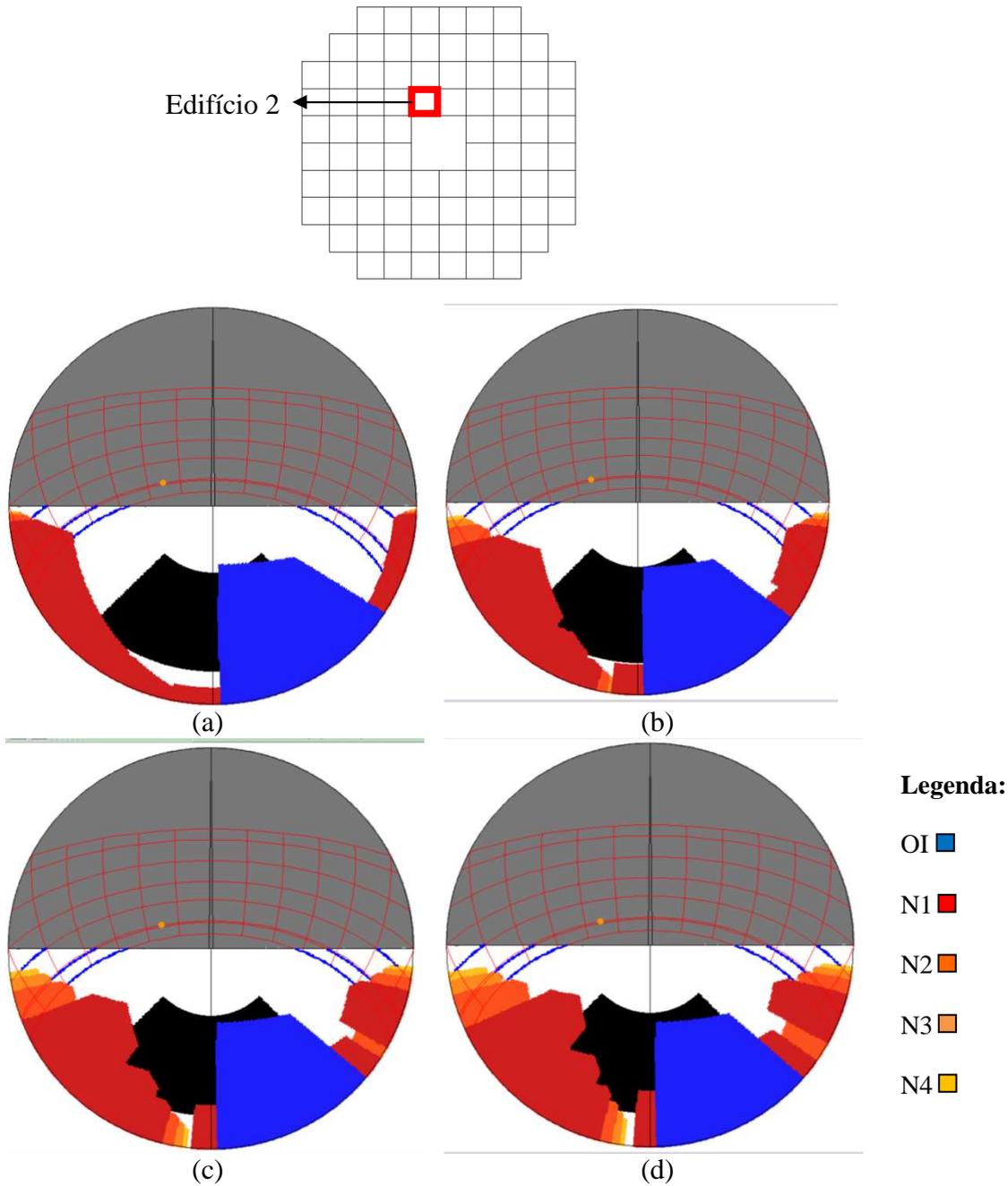


Figura 5.9: Máscaras do edifício 2 (primeiro pavimento da fachada Sul para os cenários 5_OI20_regular (a), 10_OI20_regular (b), cenários 15_OI20_regular (c), 20_OI20_regular (d)

Tabela 5.1: Comparação dos tipos de impactos por pavimento na fachada Sul da edificação 2

Impactos por pavimento – Edifício 2 (fachada Sul)				
Pav.	5_OI20_regular	10_OI20_regular	15_OI20_regular	20_OI20_regular
1	Leve Adv. II	Leve Adv. II	Leve Adv. II	Leve Adv. II
2	Leve Adv. II	Leve Adv. II	Leve Adv. II	Leve Adv. II
3	Leve Adv. II	Leve Adv. II	Leve Adv. II	Leve Adv. II
4	Leve Adv. II	Leve Adv. II	Leve Adv. II	Leve Adv. I
5	Leve Adv. II	Leve Adv. II	Leve Adv. I	Leve Adv. I
6	-	Leve Adv. II	Leve Adv. I	Leve Adv. I
7	-	Leve Adv. I	Leve Adv. I	Leve Adv. I
8	-	Leve Adv. I	Leve Adv. I	Leve Adv. I
9	-	Leve Adv. I	Leve Adv. I	Leve Adv. I
10	-	Leve Adv. I	Leve Adv. I	IN
11	-	-	IN	IN
12	-	-	IN	IN
13	-	-	IN	IN
14	-	-	IN	IN
15	-	-	IN	IN
16	-	-	-	IN
17	-	-	-	IN
18	-	-	-	IN
19	-	-	-	IN
20	-	-	-	IN

Em relação aos impactos do tipo IN e NI, observam-se as suas ocorrências em todos os cenários. Os Insignificantes são verificados nos pavimentos superiores das edificações, onde o OI é visível, entretanto, sem reduções superiores a 20% nos valores de FLDV. Já os impactos NI são observados nos pavimentos inferiores, onde as edificações da vizinhança obstruem a visibilidade do OI.

Nota-se que os impactos do tipo IN e NI são preponderantes em relação aos demais; o mesmo ocorre em relação a sua quantificação (figura 6.12). Além disso, a soma desses impactos apresenta uma tendência crescente em direção aos cenários com pavimentos mais elevados: 79,17% (5_OI20_regular), 90,48% (10_OI20_regular), 96,19% (15_OI20_regular) e 98,12% (20_OI20_regular).

Invertendo esta informação, há uma tendência crescente de impactos adversos em direção aos cenários com pavimentos mais baixos, assim como na distribuição dos impactos, ou seja, o cenário com edificações contendo cinco pavimentos é o mais prejudicado. Isto ocorre por duas razões. A primeira é decorrente da baixa altura que proporciona a visibilidade do OI de diversas porções da vizinhança.

Aliado à este fato, os pequenos recuos reduzem a disponibilidade de iluminação natural. Nos três primeiros pavimentos da maioria das fachadas das edificações deste cenário os valores de FLDV sem a presença do OI apresenta-se abaixo dos 10%: em torno de 3,5% no primeiro pavimento, 5,3% para o segundo e 8,7% para o terceiro. Assim, uma pequena obstrução do OI proporciona impactos com Adversidades Consideráveis, ou seja.

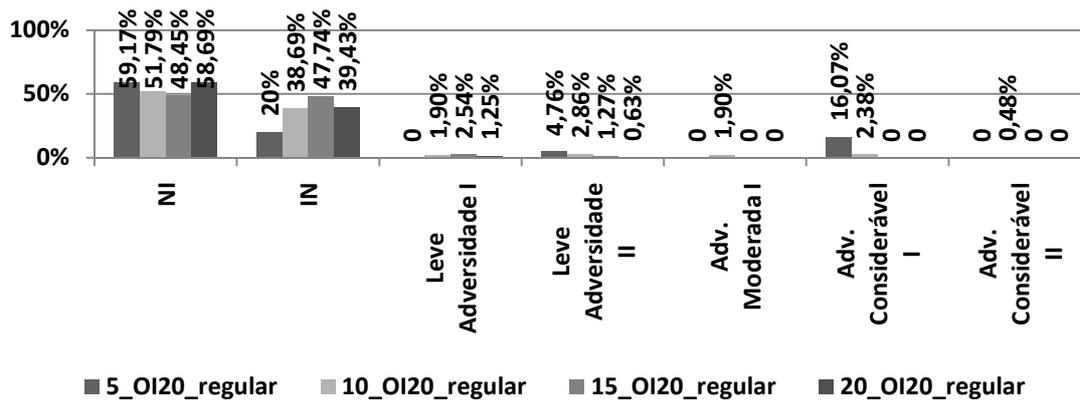


Figura 5.10: Comparação dos impactos nos cenários do tipo X_OI20_regular

Em relação à quantificação dos impactos nos níveis dos cenários deste grupo, nota-se que há uma redução dos impactos adversos e do tipo IN em direção aos níveis mais afastados do OI (figura 5.11). Já os impactos do tipo NI sofrem um aumento nesta direção em virtude da redução da sua influência.

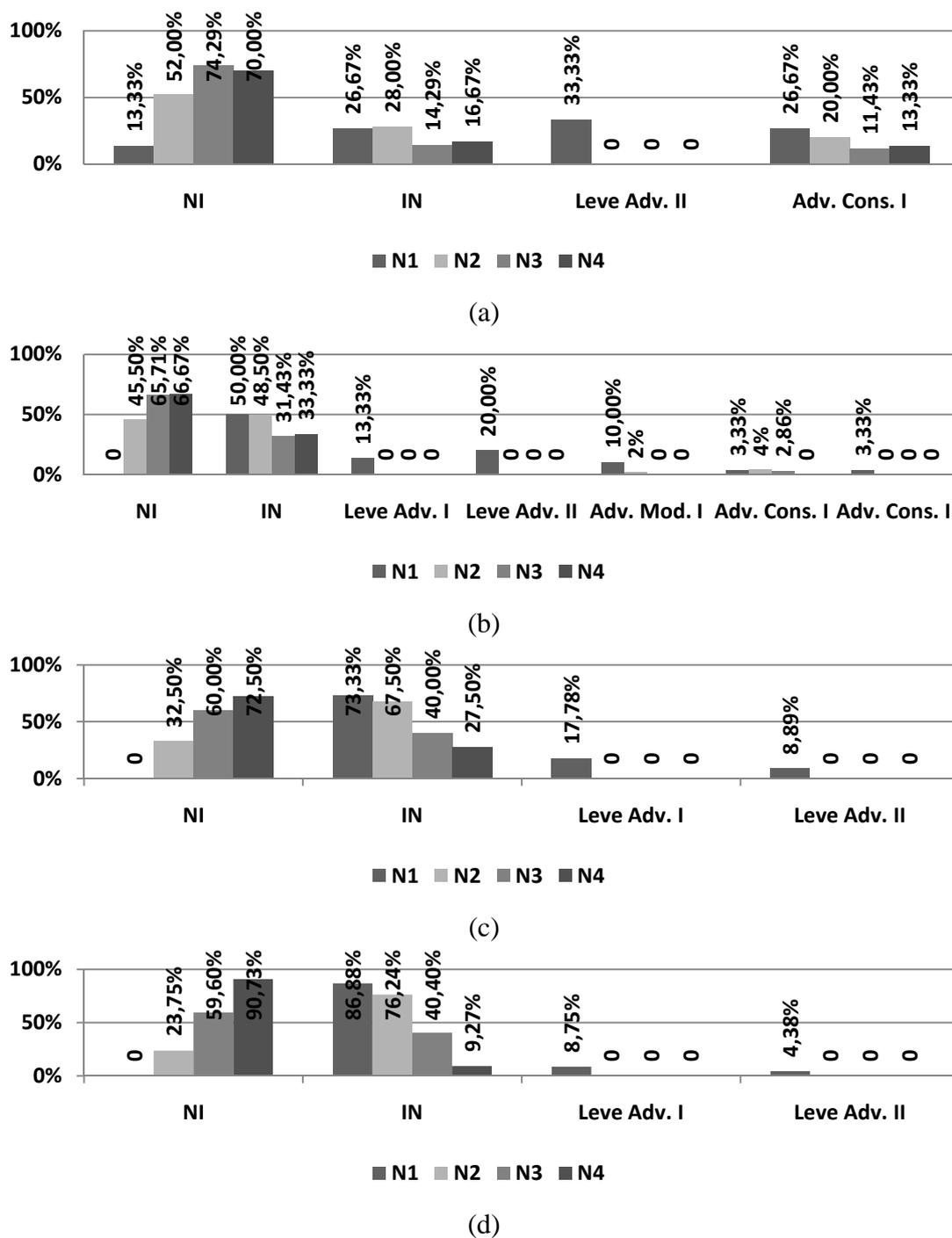


Figura 5.11: Distribuição dos impactos nos níveis: 5_OI20_regular (a), 10_OI20_regular (b), cenários 15_OI20_regular (c), 20_OI20_regular (d)

A.2) Cenários: X_OI20_alternado

Os cenários do grupo X_OI20_alternado possuem as mesmas características formais do grupo anterior, porém com parcelamento alternado. Este parcelamento

possui simetria vertical (figura 5.12b); já o grupo anterior apresenta simetria vertical e também horizontal (figura 5.12a).

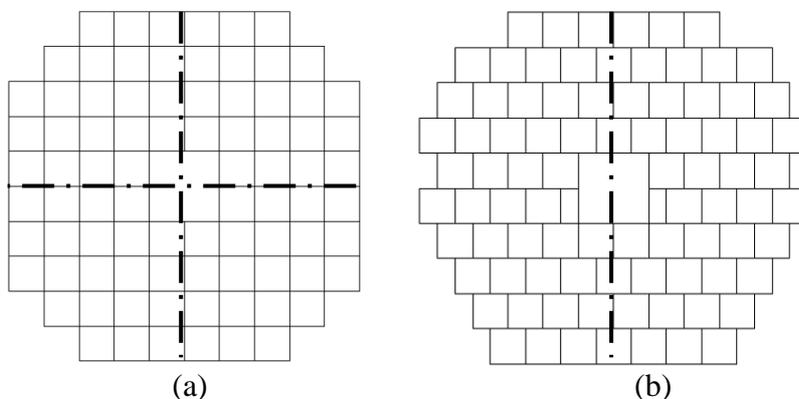
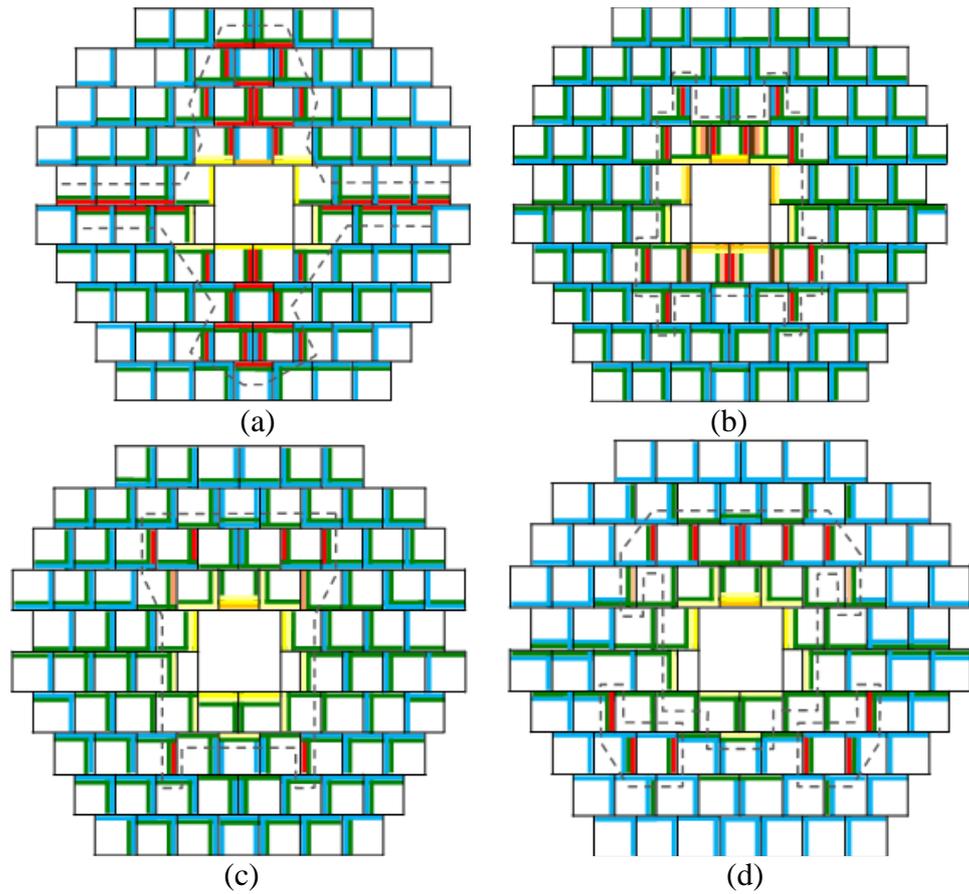


Figura 5.12: Comparação das simetrias dos cenários do tipo X_OI20_regular (a) e X_OI20_alternado (b)

A distribuição dos impactos adversos neste grupo não segue a tendência de redução a medida que os cenários tem a sua vizinhança ocupada por edificações mais altas e espaçadas entre si. A abrangência destes impactos é decrescente do cenário 5_OI20_alternado ao 15_OI20_alternado (figura 5.13) e nota-se um aumento desta área no cenário 20_OI20_alternado. O maior afastamento das edificações deste cenário proporcionou a visibilidade do OI até o terceiro nível (exemplos comparativos com o cenário 5_OI20_alternado na figura 5.14), apesar da ocorrência de impactos adversos ser verificada com maior frequência nas edificações mais próximas do OI.

Outra observação sobre a distribuição refere-se a tendência da localização dos impactos adversos nas partes superior e inferior dos Diagramas. A alternância das edificações nestas porções facilita a sobreposição do OI sobre a JCP, reduzindo o potencial de iluminação natural (exemplo na figura 5.15 - cenário 5_OI20_alternado).

Assim como nos cenários do tipo X_OI20_regular, as fachadas frontais ao OI das edificações do nível 1 apresentam impactos com Leve Adversidade nas modalidades I, II e III.



Legenda:

NI	—	Leve Adv. I	—	Adv. Moderada I	—	Adv. Considerável I	—	Adv. Severa I
IN	—	Leve Adv. II	—	Adv. Moderada II	—	Adv. Considerável II	—	Adv. Severa II
		Leve Adv. III	—	Adv. Moderada III	—	Adv. Considerável III	—	Adv. Severa III
				Adv. Moderada IV	—	Adv. Considerável IV	—	Adv. Severa IV

Figura 5.13: Diagramas de impactos dos cenários do grupo X_OI20_ alternado relativos à iluminação natural: 5_OI20_ alternado (a), 10_OI20_ alternado (b), 15_OI20_ alternado (c) e 20_OI20_ alternado (d)

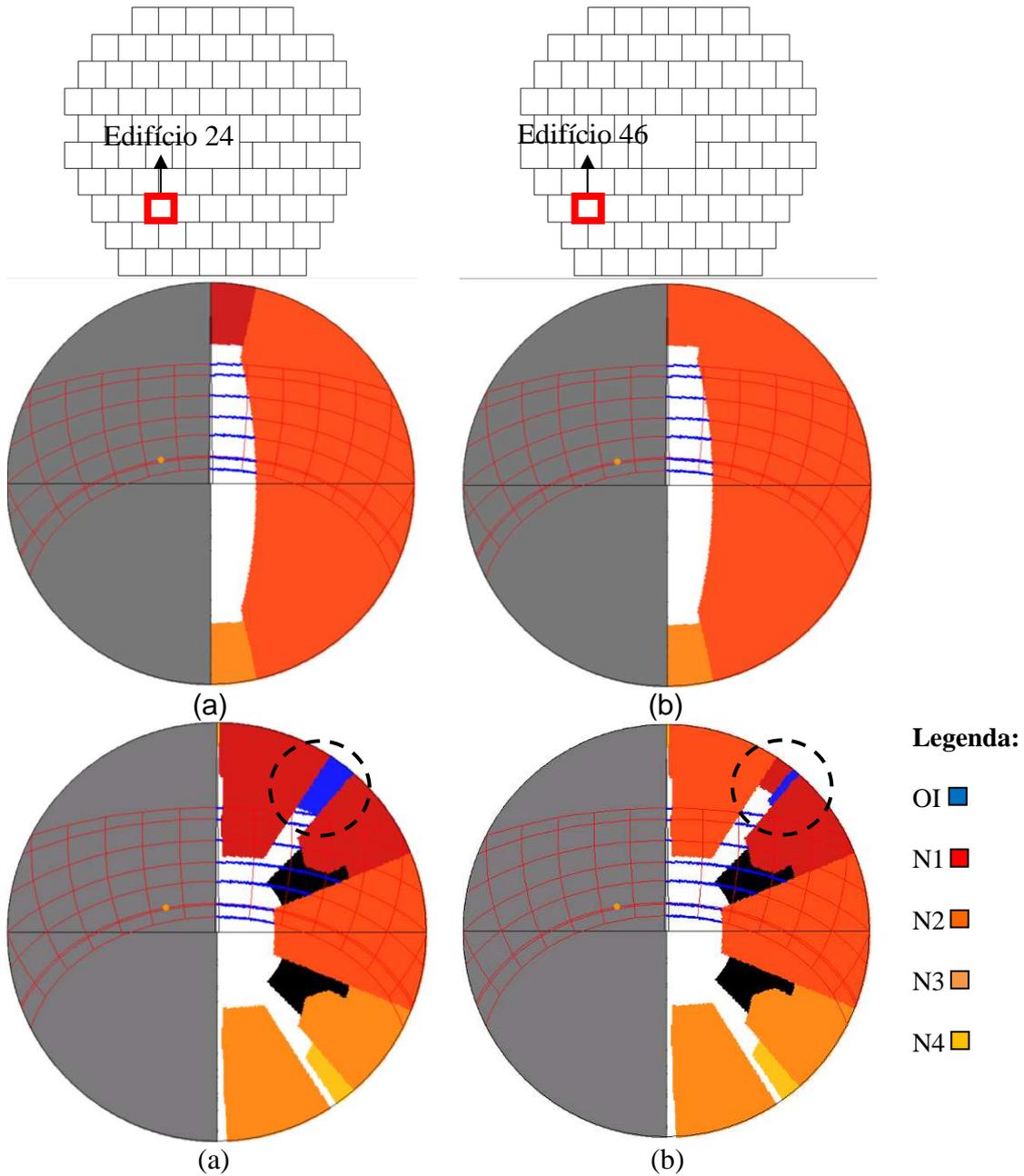


Figura 5.14: Máscaras da fachada Leste do primeiro pavimento do edifício 24 (a) e 46 (b) do cenário 20_OI20_alternado (b)

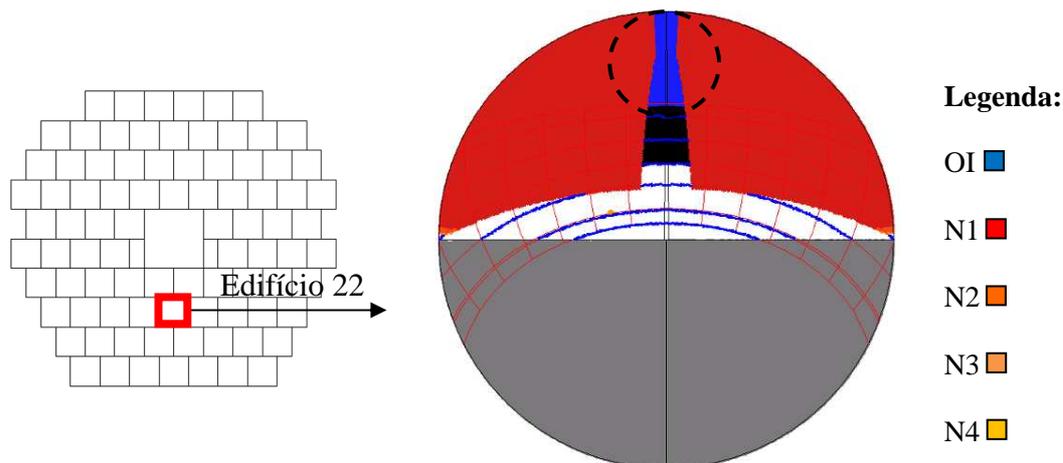


Figura 5.15: Máscara da fachada Norte do primeiro pavimento do edifício 22 do cenário 5_OI20_alternado

A avaliação geral dos impactos demonstra que este grupo de cenários também apresentou como maioria impactos do tipo IN e NI (figura 5.16), tal qual o grupo anterior. As diferenças destes impactos entre os cenários foi pequena, menos de 10% entre o menor e o maior valor. Acredita-se que a pequena diferença pode ser explicada pelo parcelamento alternado que permite maior visibilidade da JCP.

Apesar da extensão dos impactos adversos não seguir a tendência do grupo X_OI20_regular, a mesma tendência é verificada em relação à quantificação destes. A maior porcentagem de impactos adversos refere-se ao cenário 5_OI20_alternado que apresenta principalmente o tipo Adversidade Considerável I (figura 5.16). A maioria dos outros impactos adversos são verificados em situações onde ocorre uma redução acima de 20% no FLDV e seus valores nas situações anterior e posterior não ultrapassam o mínimo de 10% (Leve Adversidade I, II e III).

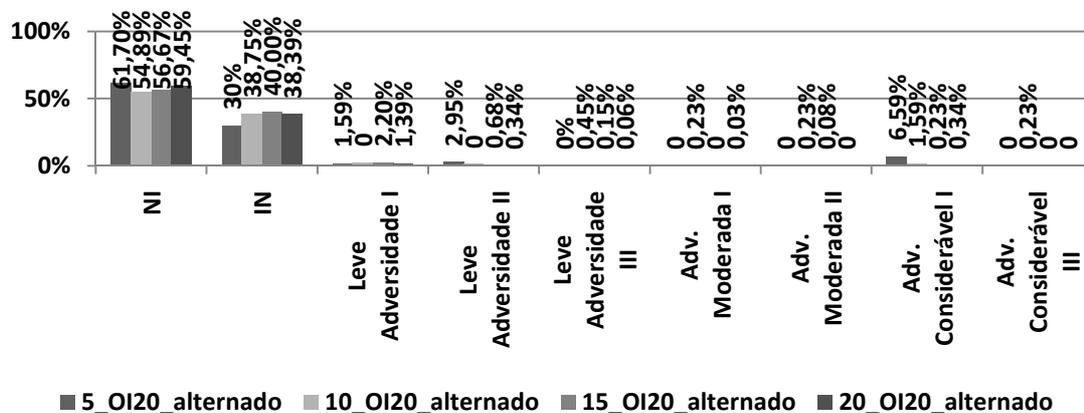


Figura 5.16: Comparação dos impactos nos cenários do tipo X_OI20_alternado

Em relação aos impactos nos níveis, notam-se as mesmas tendências do grupo anterior. No nível 1, observa-se maior percentagem de impactos do tipo adverso, em virtude da proximidade do OI. Já os impactos do tipo IN decrescem em direção aos níveis mais distantes do OI e o contrário ocorre com os NI (figura 5.17).

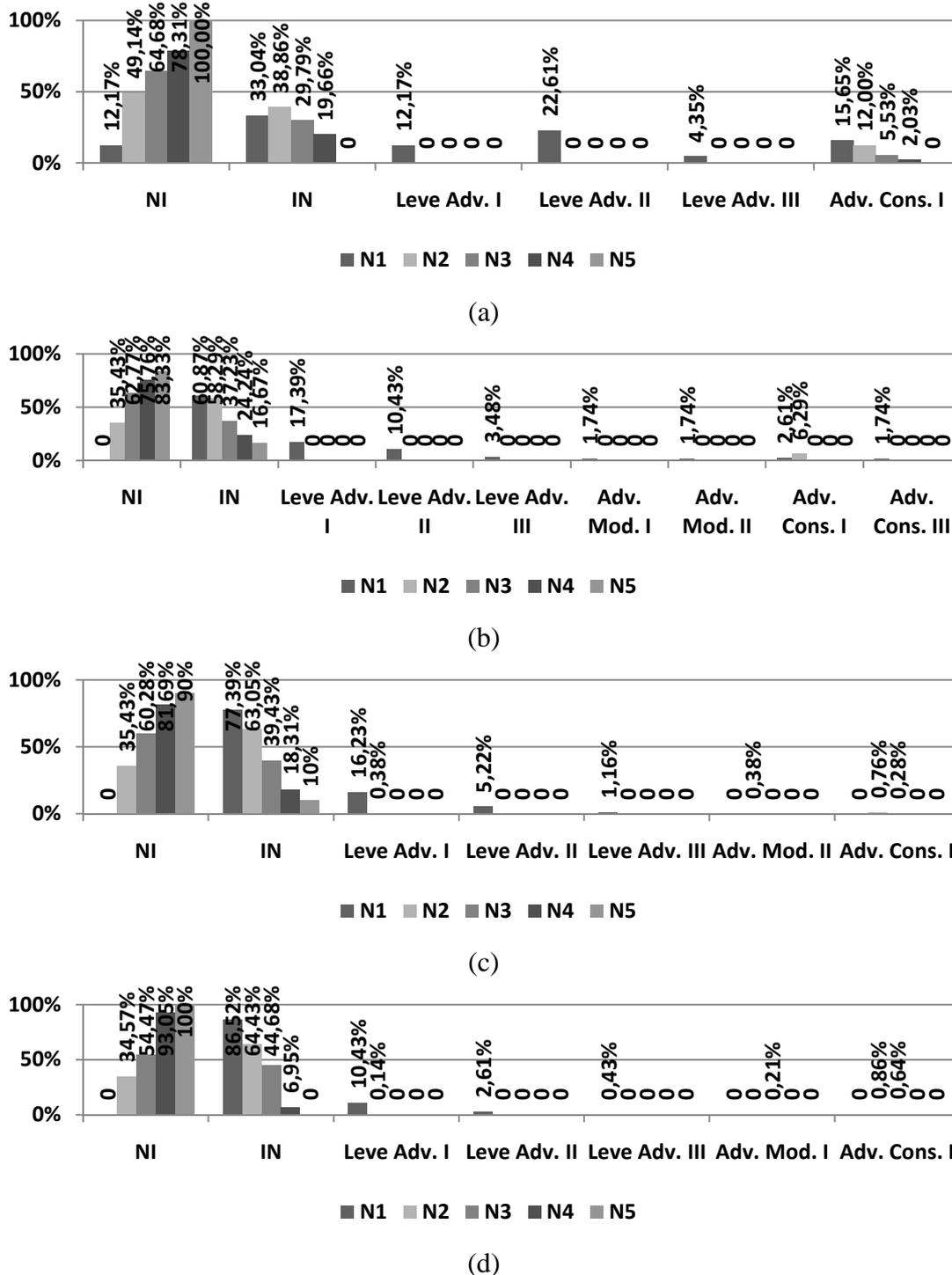


Figura 5.17: Distribuição dos impactos nos níveis: 5_OI20_ alternado (a), 10_OI20_ alternado (b), 15_OI20_ alternado (c) e 20_OI20_ alternado (d)

A.3) Cenários: X_OI10_regular

Os cenários deste grupo possuem parcelamento regular e OI com dez pavimentos, diminuindo a área de abrangência dos impactos para dois níveis.

A distribuição dos impactos está disposta nos Diagramas da figura 5.18.

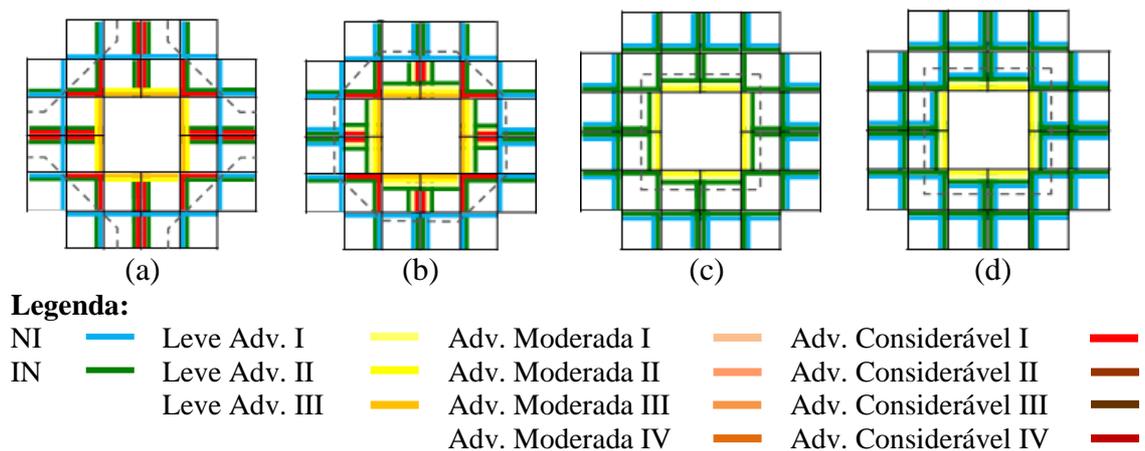


Figura 5.18: Diagramas de impactos dos cenários do grupo X_OI10_regular relativos à iluminação natural: 5_OI10_regular (a), 10_OI10_regular (b), 15_OI10_regular (c) e 20_OI10_regular (d)

O cenário 5_OI10_regular apresenta impactos adversos em quase todas as edificações (figura 5.18a). O impacto do tipo Adversidade Considerável I foi verificado em consideráveis 25,71% do total de pontos. Este impacto é verificado nos três primeiros pavimentos de fachadas que fazem limite com outra edificação. Os demais impactos adversos são verificados nas edificações com fachadas frontais ao OI apresentando Leve Adversidade II e III.

O cenário 10_OI10_regular apresenta impactos adversos somente no primeiro nível (figura 5.18b), em contraposição ao cenário anterior (5_OI10_regular). A figura 5.19 apresenta as máscaras do primeiro pavimento da fachada Leste da edificação 14 (nível 2) dos cenários 5_OI10_regular (figura 5.19a) e 10_OI10_regular (figura 5.19b). No primeiro cenário o impacto é do tipo Adversidade Considerável I e no segundo Insignificante. A obstrução do cenário 5_OI10_regular é excessiva, fazendo com que a presença do OI agrave o valor de FLDV que já se encontrava abaixo dos 10%. No cenário 10_OI10_regular a presença do OI reduz o FLDV; entretanto, os 10% são verificados nas situações anterior e posterior, além da redução do FLDV ser inferior a 20%.

Os impactos adversos do cenário 15_OI10_regular e 20_OI10_regular (figuras 5.18c e 5.18d, respectivamente) são verificados apenas no primeiro nível como no cenário 10_OI10_regular, contudo, apenas nas fachadas frontais ao OI em virtude da redução na obstrução.

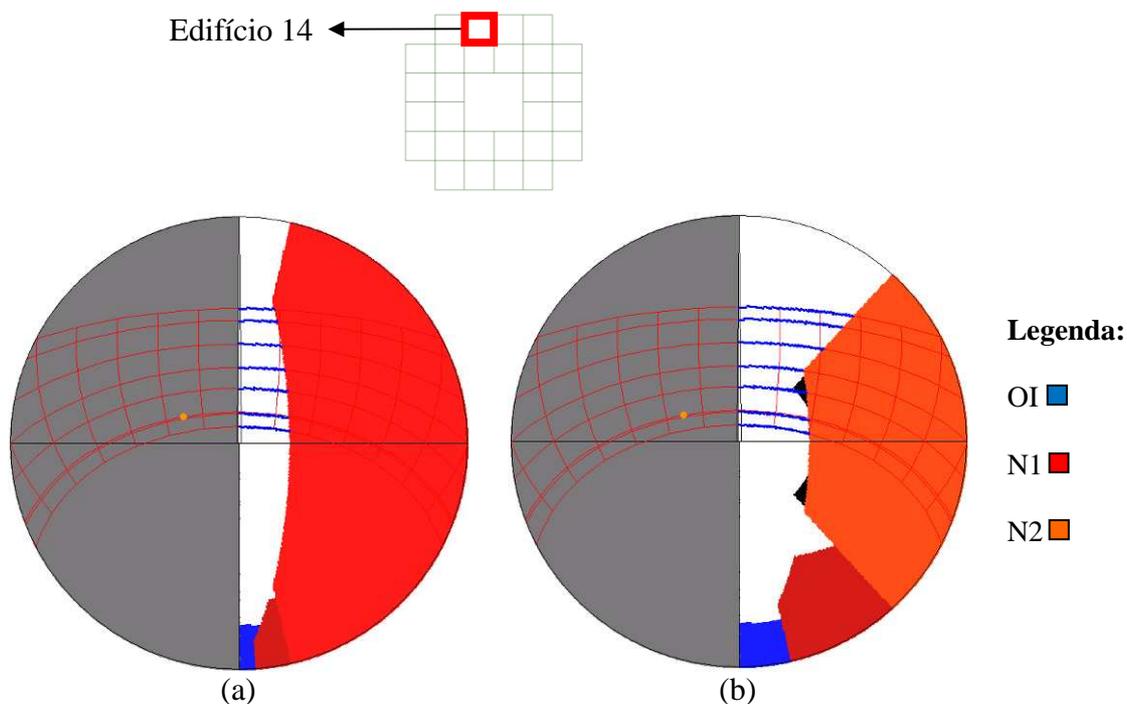


Figura 5.19: Máscaras da fachada Leste do primeiro pavimento do edifício 14 do cenário 5_OI10_regular (a) e 10_OI10_regular (b)

Comparando-se os impactos gerais dos cenários X_OI10_regular nota-se que existe uma tendência decrescente nos impactos do tipo NI e uma tendência crescente nos impactos do tipo IN do cenário 5_OI10_regular até o 15_OI10_regular (figura 5.20). No cenário 20_OI10_regular verifica-se o inverso; os impactos do tipo NI são maiores em função de que as edificações da vizinhança possuem mais pontos das fachadas localizados acima da altura do OI (10 pavimentos), impossibilitando a influência deste.

Em relação aos impactos adversos, verifica-se uma grande diferença do cenário 5_OI10_regular sobre os demais. A soma destes impactos atinge 40% do total dos pontos. Este valor é bastante significativa e não foi verificada nos cenários dos grupos anteriores (X_OI20_regular e X_OI20_alternado). Ele pode ser explicado pelo OI; pelo fato de possuir dez pavimentos e menor afastamento lateral ele torna-se mais

obstrutivo que o OI com vinte pavimentos e maior afastamento. Além disso, o cenário contendo cinco pavimentos também é mais obstrutivo que os demais, portanto o efeito adverso é potencializado.

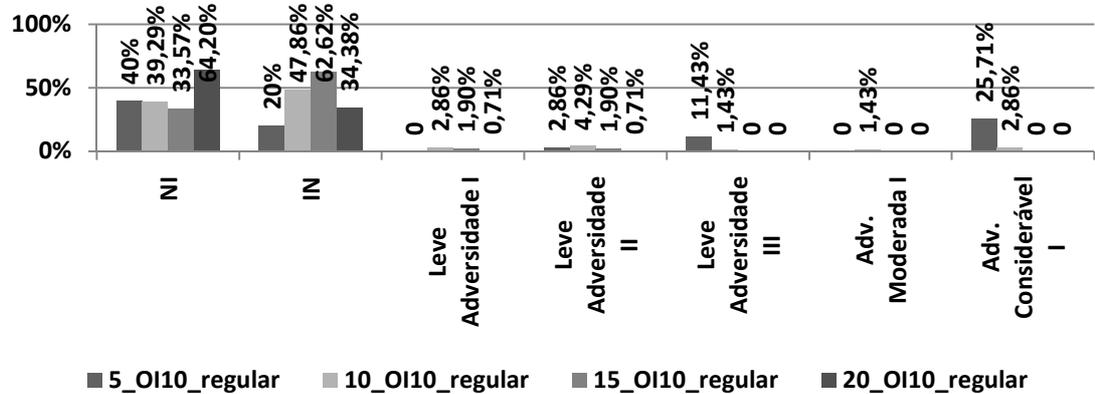


Figura 5.20: Comparação dos impactos nos cenários do tipo X_OI10_regular

Em relação aos impactos nos níveis deste grupo, cabe salientar a ausência de impactos do tipo NI no nível 1 dos cenários contendo edificações com 5, 10 e 15 pavimentos na vizinhança (figuras 5.21a, 5.21b e 5.21c, respectivamente). Nestes casos, todos os pontos das vizinhanças sofrem reduções no parâmetro, produzindo impactos adversos ou insignificantes.

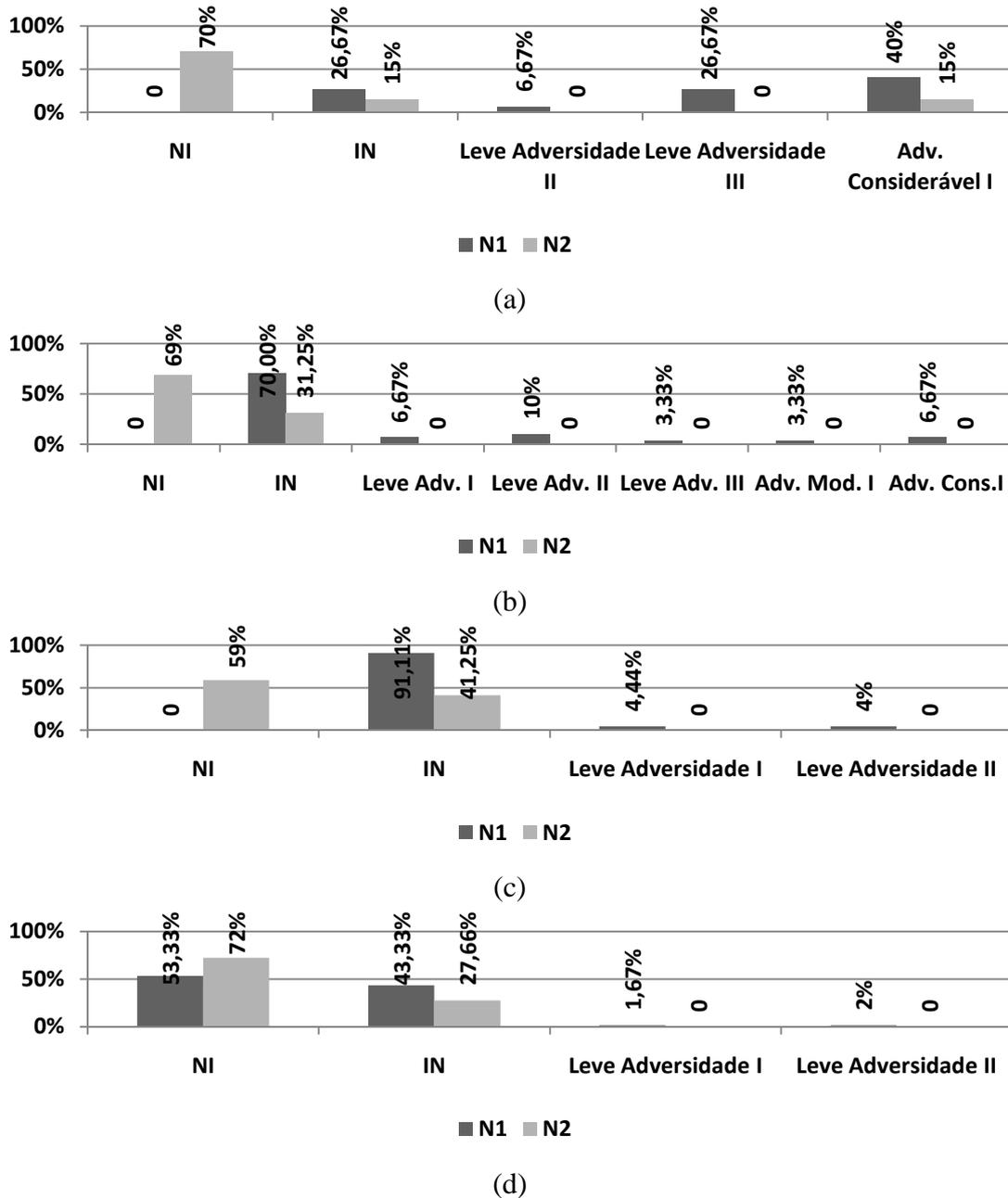


Figura 5.21: Distribuição dos impactos nos níveis: 5_OI10_ regular (a), 10_OI10_ regular (b), 15_OI10_ regular (c) e 20_OI10_ regular (d)

A.4) Cenários: X_OI10_ alternado

Os cenários deste grupo apresentam as mesmas características de ocupação que o grupo anterior, entretanto, o parcelamento é alternado. Os Diagramas de impactos dos cenários estão dispostos abaixo (figura 5.22).

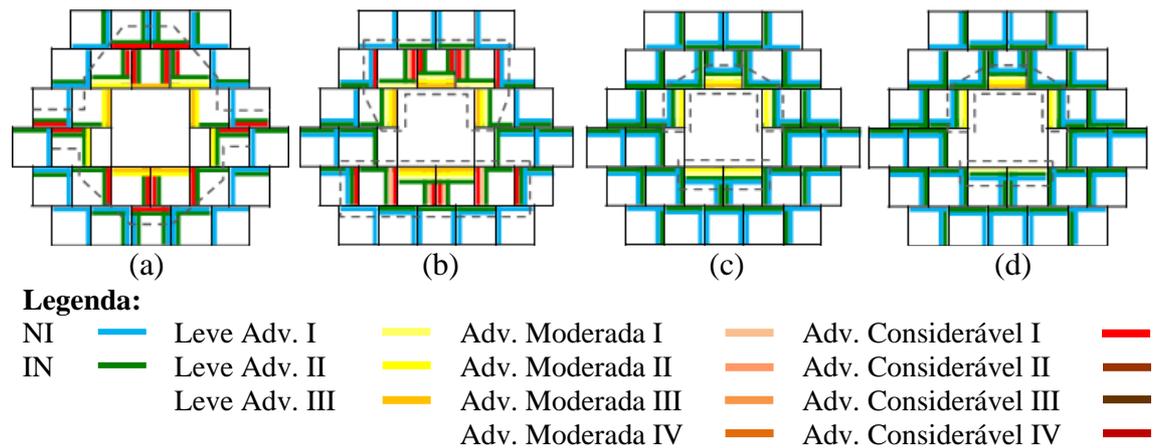


Figura 5.22: Diagramas de impactos dos cenários do grupo X_OI10_regular relativos à iluminação natural: 5_OI10_regular (a), 10_OI10_regular (b), 15_OI10_regular (c) e 20_OI10_regular (d)

A extensão dos impactos adversos é maior nos cenários com edificações de 5 e 10 pavimentos que nos demais, bem como no grupo anterior. No cenário 5_OI10_alternado são verificados impactos nas porções superior, inferior, esquerda e direita do Diagrama (figura 5.22a). Já o cenário 10_OI10_alternado apresenta mais impactos adversos nas porções superior e inferior. Como no grupo X_OI20_alternado, a visibilidade do OI nestas porções é mais efetiva em relação às demais porções.

A distribuição dos impactos adversos no cenário 15_OI10_alternado (figura 5.22d) é semelhante ao cenário 20_OI10_alternado (figura 5.22d). Estes impactos são verificados apenas nas fachadas frontais ao OI. Nas máscaras da figura 5.23 tem-se um exemplo comparativo das obstruções do primeiro pavimento da fachada Norte da edificação 8 dos dois cenários. As edificações da vizinhança proporcionam praticamente a mesma obstrução: no cenário 20_OI10_alternado (5.23b) as edificações são mais altas que no cenário 15_OI10_alternado (figura 5.23a), entretanto, os afastamentos laterais são maiores.

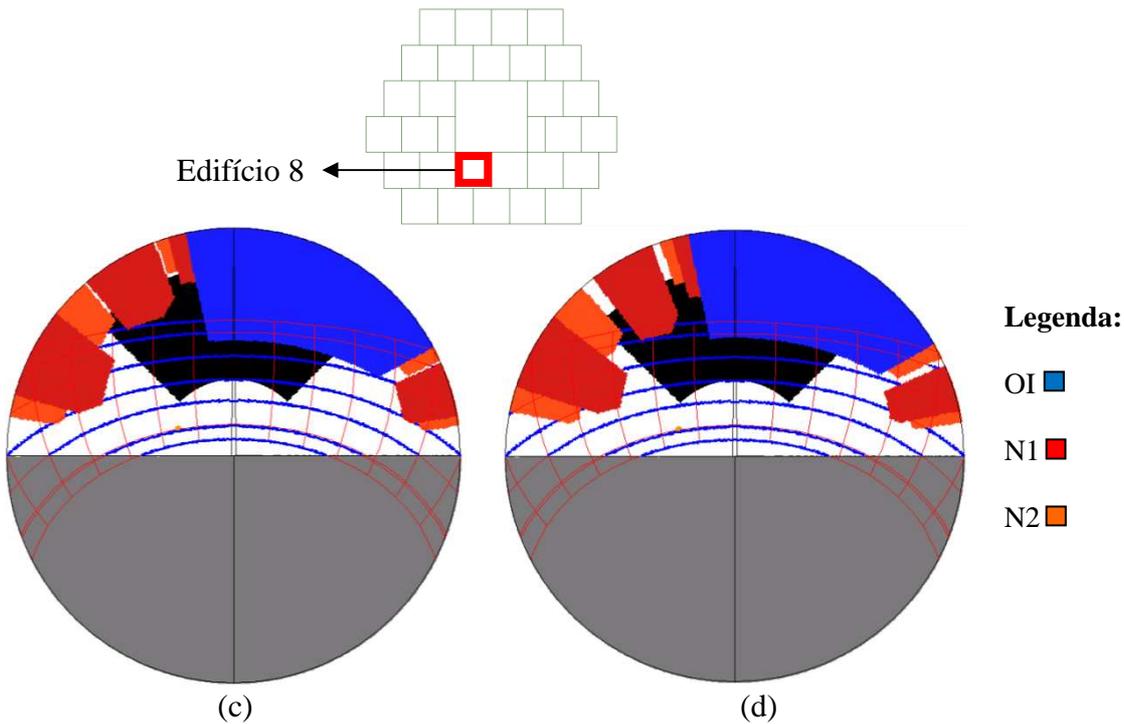


Figura 5.23: Máscaras da fachada Norte do primeiro pavimento do edifício 8 do cenário 1_OI10_alternado (a) e 20_OI10_alternado (b)

Comparando-se os impactos deste grupo (X_OI10_alternado), nota-se que o cenário 5_OI10_alternado (figura 5.24) apresenta a maior quantidade de impactos adversos, assim como nos grupos anteriores (X_OI20_regular, X_OI20_alternado e X_OI10_regular) em função da altura e espaçamentos reduzidos das edificações. Além disso, os cenários 10_OI10_alternado, 15_OI10_alternado e 20_OI10_alternado apresentam significativa redução dos impactos adversos em comparação ao cenário 5_OI10_alternado, em função da reduzida influência do OI nos pavimentos mais altos.

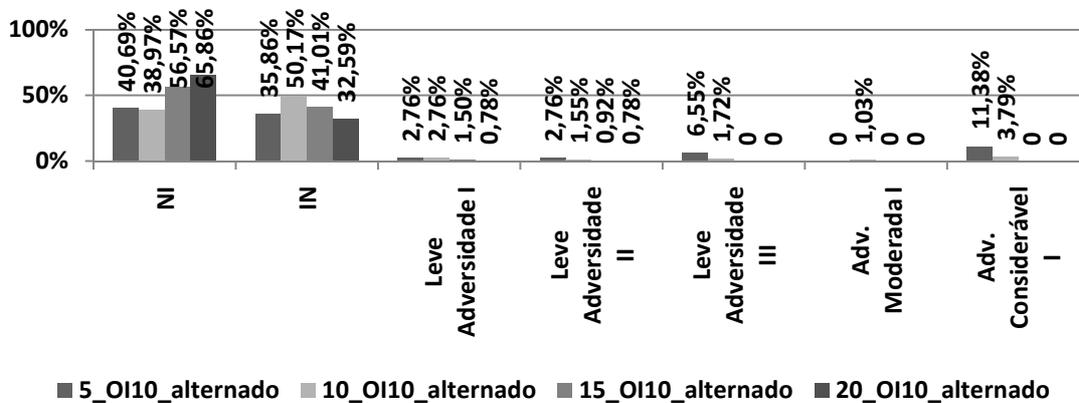


Figura 5.24: Comparação dos impactos nos cenários do tipo X_OI10_alternado

Em relação aos impactos adversos nos níveis (figura 5.25), nota-se que apenas uma pequena parcela é verificada no nível 2 (cenários 5_OI10_alternado – figura 2.25a – e 10_OI10_alternado – figura 2.25b). Nos cenários 15_OI10_alternado (figura 2.25c) e 20_OI10_alternado (figura 2.25d) estes impactos apresentam-se apenas no nível 1.

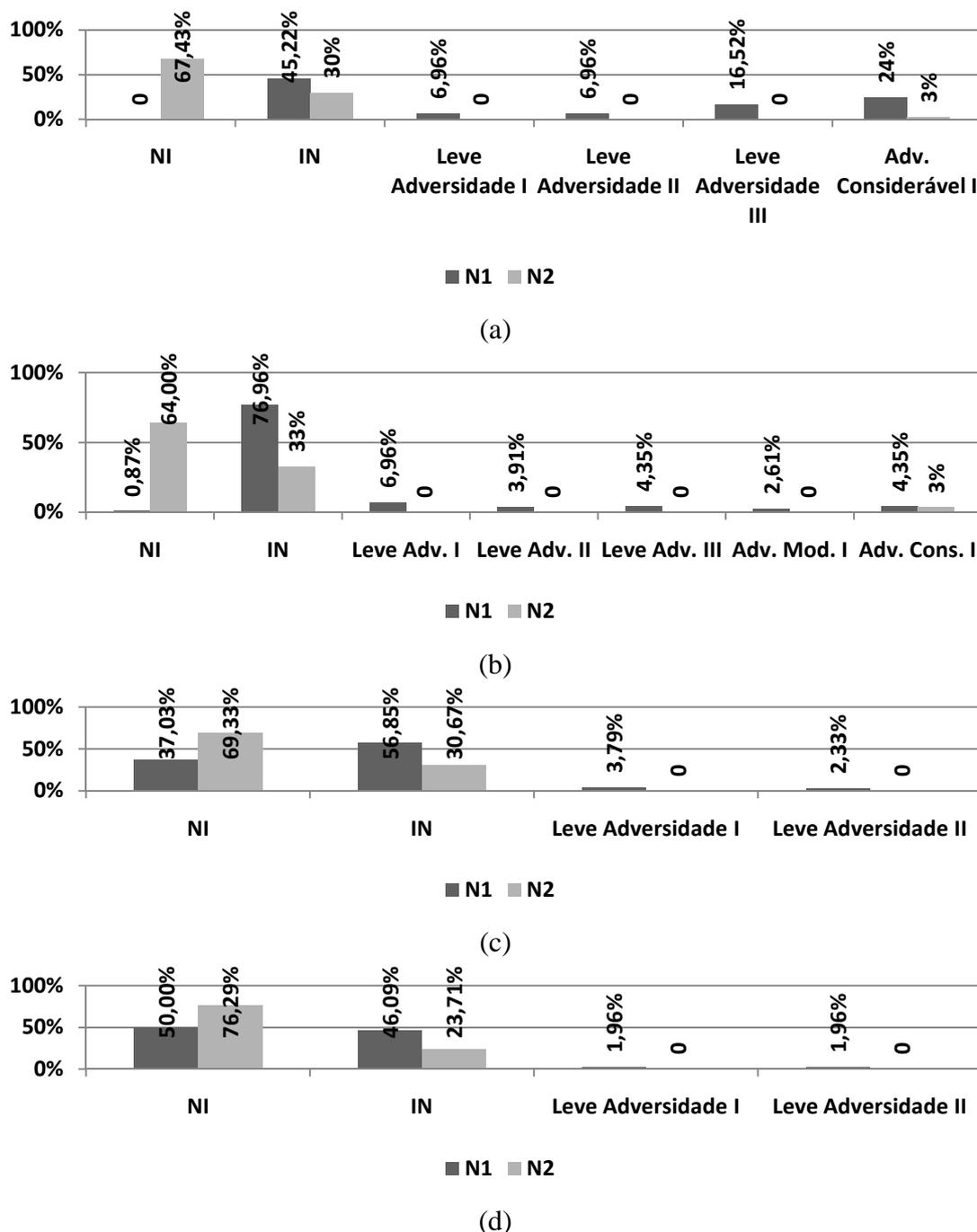


Figura 3.25: Distribuição nos níveis: 5_OI10_regular (a), 10_OI10_alternado (b), 15_OI10_alternado e 20_OI10_alternado (d)

B.1) Comparações entre X_OI20_regular e X_OI20_alternado

Comparando-se os cenários dos grupos X_OIalto_regular (A.1) e X_OIalto_alternado (A.2), nota-se que os impactos adversos nos cenários com parcelamento alternado são menores.

As porcentagens dos impactos do tipo NI e IN dos quatro cenários com parcelamento regular variaram entre 91,29% a 97,84% (figura 5.26). Já nos cenários com parcelamento regular esta diferença é maior, variando entre 79,17% e 98,12%. Conforme descrito anteriormente, acredita-se que esta diferença seja em função da melhoria da visibilidade da JCP no parcelamento alternado.

Outra observação importante refere-se às diferenças das porcentagens verificadas nos cenários contendo edificações com cinco e dez pavimentos. Estes cenários sofrem maiores diferenças entre si devido ao parcelamento se comparado as edificações mais altas, contendo quinze e vinte pavimentos (figura 5.26). Como as obstruções nos cenários contendo edificações de cinco e dez pavimentos são mais elevadas, a alternância do parcelamento favorece a visibilidade de porções maiores do céu desobstruído, diminuindo os impactos adversos se comparado ao parcelamento regular.

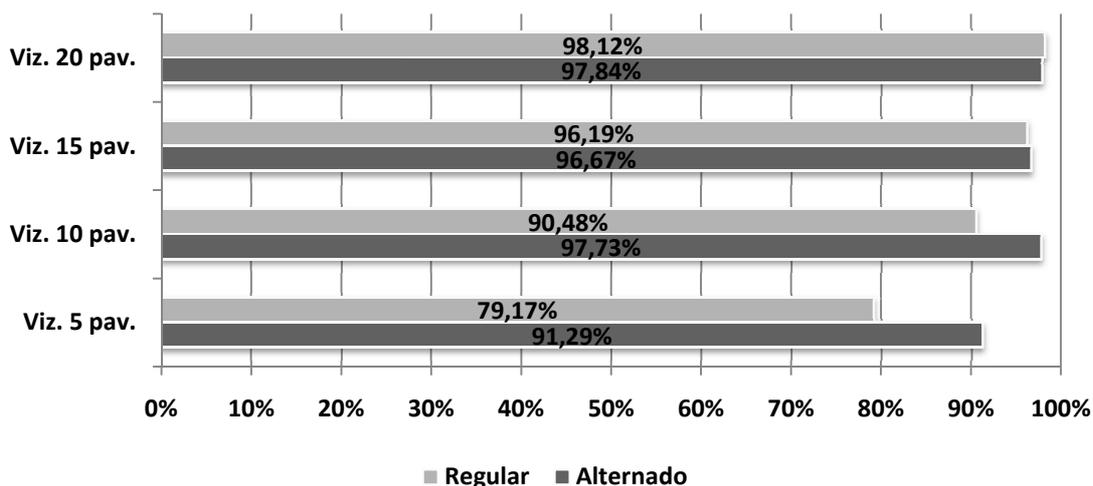


Figura 5.26: Comparação entre a soma dos impactos NI e IN dos quatro cenários contendo OI com 20 pavimentos para os 2 tipos de parcelamentos

B.2) Comparações entre X_OI10_regular e X_OI10_alternado

As comparações entre os parcelamentos dos cenários do tipo X_OIbaixo_regular e X_OIbaixo_alternado (grupos A.3 e A.4) seguem as mesmas tendências descritas no item B.1. Entretanto, as principais diferenças verificadas estão na redução nas porcentagens de impactos do tipo NI e IN nos cenários contendo edificações de cinco e dez pavimentos (figura 5.27). Esta diferença se dá pela maior obstrução do OI contendo dez pavimentos que o de vinte pavimentos, como detalhado no item a seguir (B.3).

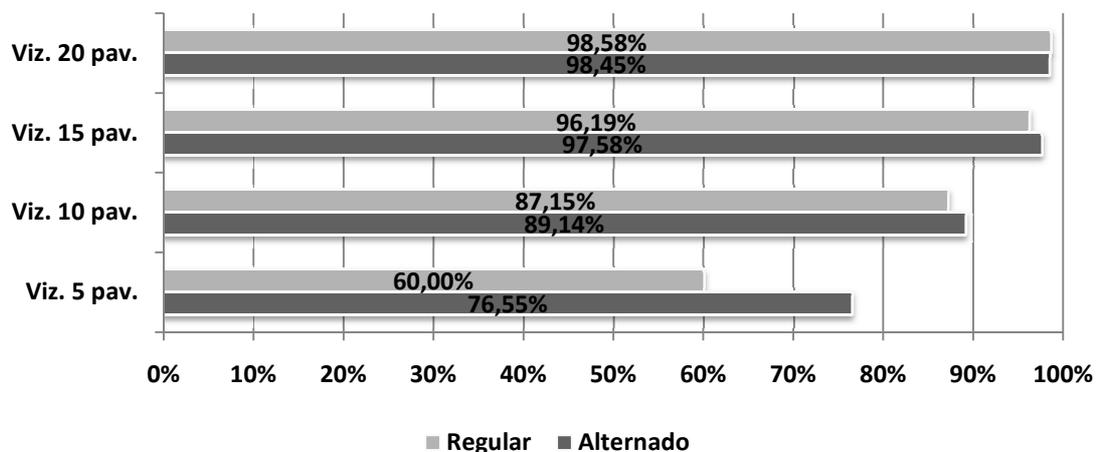


Figura 5.27: Comparação entre a soma dos impactos NI e IN dos quatro cenários contendo OI com 10 pavimentos para os 2 tipos de parcelamentos

B.3) Comparações entre todos os cenários homogêneos

Os cenários regulares são os que obtiveram as maiores porcentagens de impactos adversos se comparados aos correspondentes de parcelamento alternado. A alternância possibilitou a redução nas obstruções da vizinhança. Apesar do impacto ser causado pelo OI, as obstruções da vizinhança contribuem para o resultado final no caso da iluminação natural. Se a vizinhança não proporcionar obstruções elevadas, o impacto do OI poderá ser insignificante; do contrário, o impacto do OI poderá diminuir ainda mais os níveis de FLDV, possivelmente já reduzidos na situação anterior.

Dos cenários regulares, os mais prejudicados foram os que possuem edificações de cinco pavimentos na vizinhança (5_OI20_regular e 5_OI10_regular). Os cenários 5_OI20_regular e 5_OI10_regular apresentaram, respectivamente, 20,83% e 40% de impactos adversos em todos os seus níveis. Para comparar os dois cenários,

analisaram-se apenas os níveis 1 e 2, comuns aos dois cenários (tabela 5.2). Nota-se que o cenário 5_OI10_regular continua apresentando maior porcentagem de impactos adversos no nível 1. Já no nível seguinte, esta porcentagem é bastante próxima, entretanto, o cenário 5_OI20_regular possui maior valor em virtude do OI ser mais alto e mais visível desta porção da vizinhança.

Tabela 5.2: Comparação entre os cenários 5_OI20_regular e 5_OI10_regular

Cenários \ Níveis	Impactos adversos N1	Impactos adversos N2
	5_OI10_regular	73,34%
5_OI20_regular	50%	20%

A diferença das porcentagens de impactos adversos encontrados no nível 1 pode ser explicada pelas obstruções causadas pelos dois tipos de OI. A figura 5.28 destaca as fachadas das edificações 2, 3, 5, 5, 8, 9, 11 e 12. Elas possuem os mesmos tipos de impactos adversos, em virtude da simetria. Observando-se as máscaras do primeiro pavimento do edifício 3 (representativo dos demais destacadas na figura 5.28) para os dois cenários (figura 5.29), nota-se que a obstrução da JCP pelos OIs em termos de altura possui pouca diferença se comparada com a obstrução em termos de taxa de ocupação. Apesar de possuir apenas dez pavimentos, o OI mais baixo possui a maior taxa de ocupação. Segundo pesquisas de Leder et al (2008), as porções número 5 e 8 da JCP (figura 5.30) possuem maior contribuição de FLDV que as demais. Nota-se através da figura 5.30b que estas porções são totalmente obstruídas pelo OI mais baixo.

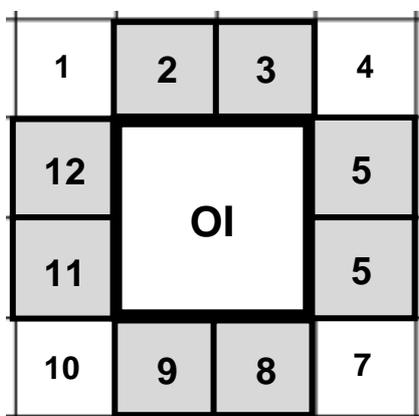


Figura 5.28: Fachadas frontais destacadas que possuem as mesmas obstruções verificadas nas máscaras da figura 5.26

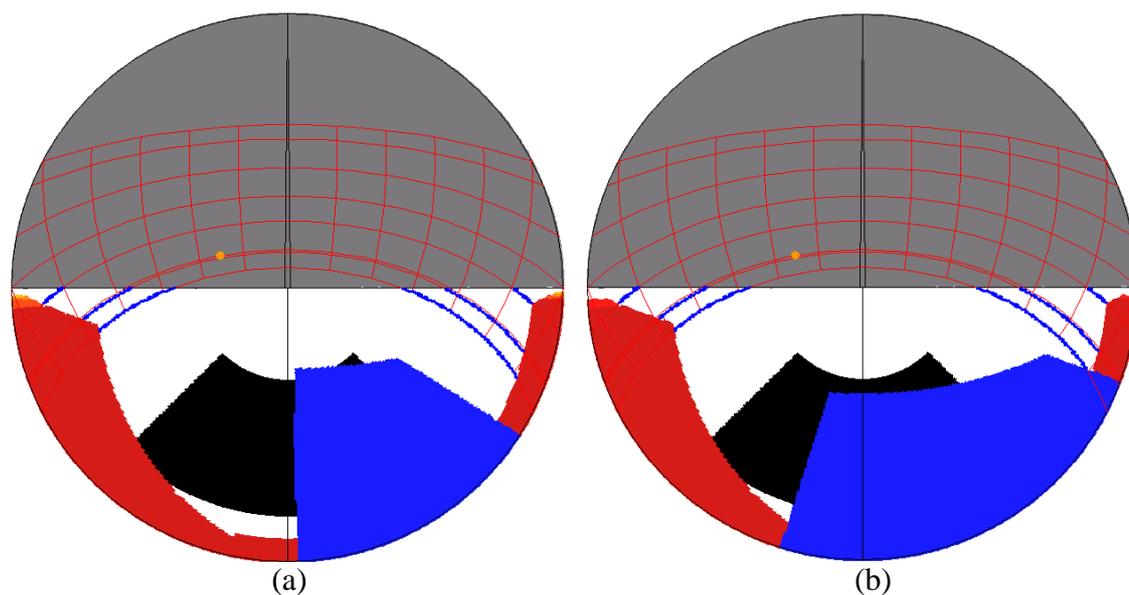


Figura 5.29: Máscaras do primeiro pavimento do edifício 3 dos cenários 5_OI10_regular (a) e 5_OI20_regular (b)

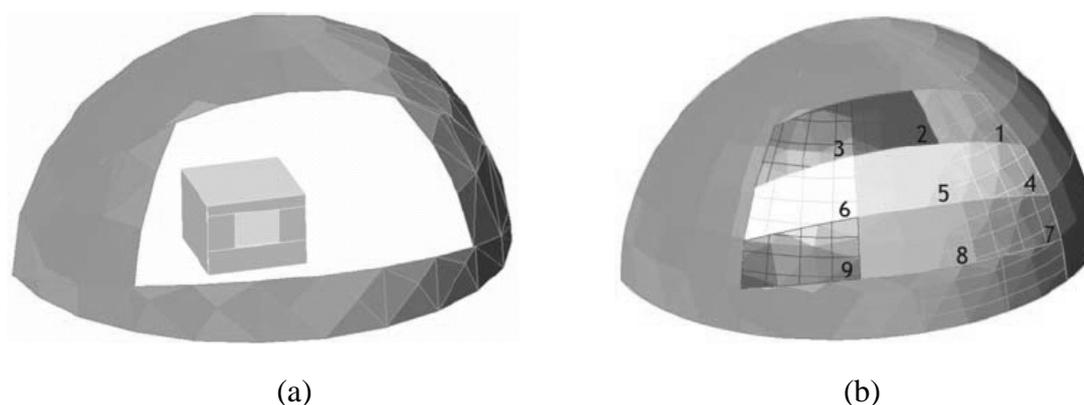


Figura 5.30: Perspectiva da JCP total (a) e dividida em nove partes (b) (fonte: LEDER et al, 2008)

5.3.1.2. Impactos relativos à insolação

Os resultados e análises dos impactos relativos à insolação nos cenários homogêneos foram organizados de acordo com a figura 5.31.

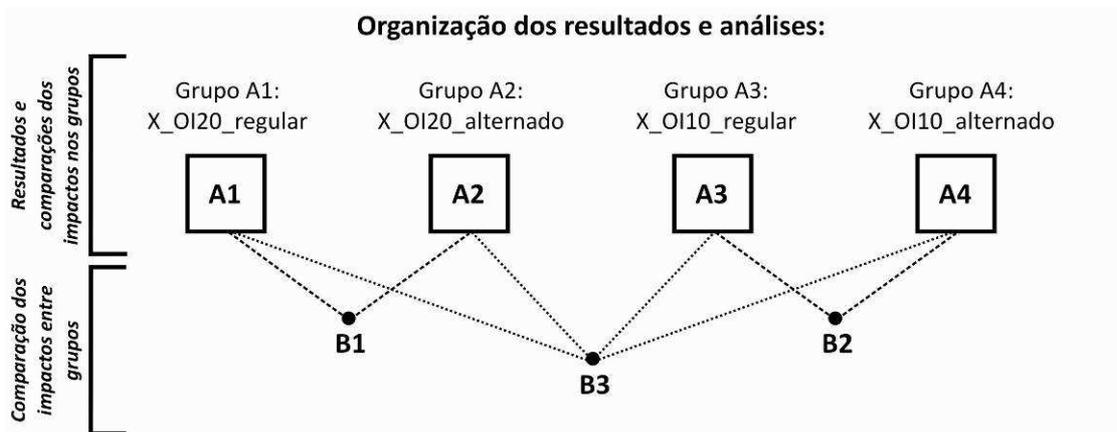


Figura 5.31: Organização dos resultados e análises dos impactos em relação à iluminação natural dos cenários homogêneos

Inicialmente, os impactos dos grupos de cenários foram analisados de três formas: individualmente (A.1, A.2, A.3 e A.4), através de comparações entre os grupos com as mesmas características de ocupação diferindo apenas no parcelamento (B.1 e B.2) e através de comparações entre todos os grupos (B.3).

Para a compreensão dessas análises, algumas considerações devem ser feitas sobre as Radiações Solares Ponderadas positivas de Porto Alegre. Seus padrões de distribuição e magnitudes verificados hora a hora através dos diagramas solares são importantes para a compreensão dos diagramas de impactos. Nos cenários analisados, as fachadas Norte, Leste, Sul e Oeste estão presentes. No caso da insolação, devem-se garantir porções da trajetória onde a RSP seja desejável; diferentemente da iluminação natural, onde se deve garantir determinada porção do céu desobstruída, independente da visibilidade ou não da trajetória solar.

Observando os diagramas solares abaixo (figuras 5.32, 5.33, 5.34 e 5.35), nota-se que as fachadas Norte (figura 5.32) e Leste (figura 5.33) são as que possuem maior quantidade destas radiações (porções destacadas em cinza claro), tanto em magnitude quanto em número de horas (tabela 5.3).

As fachadas Oeste e Sul (figuras 5.34 e 5.35) são o extremo oposto: baixa magnitude e número de horas (tabela 5.3). Por esta razão, pequenas obstruções concentradas nas horas desejáveis podem causar impactos adversos.

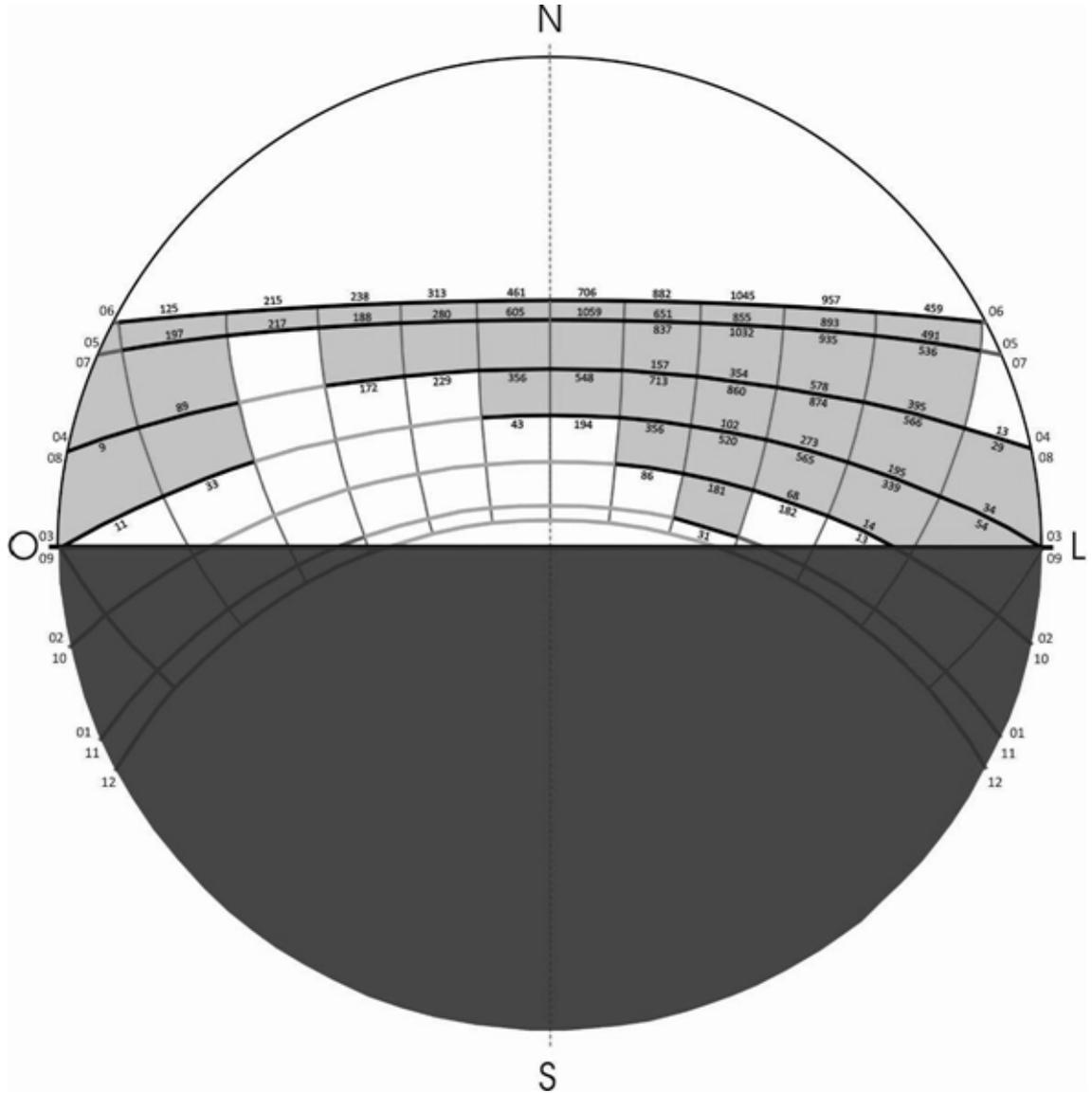


Figura 5.32: Radiações Solares Ponderadas positivas para a fachada Norte

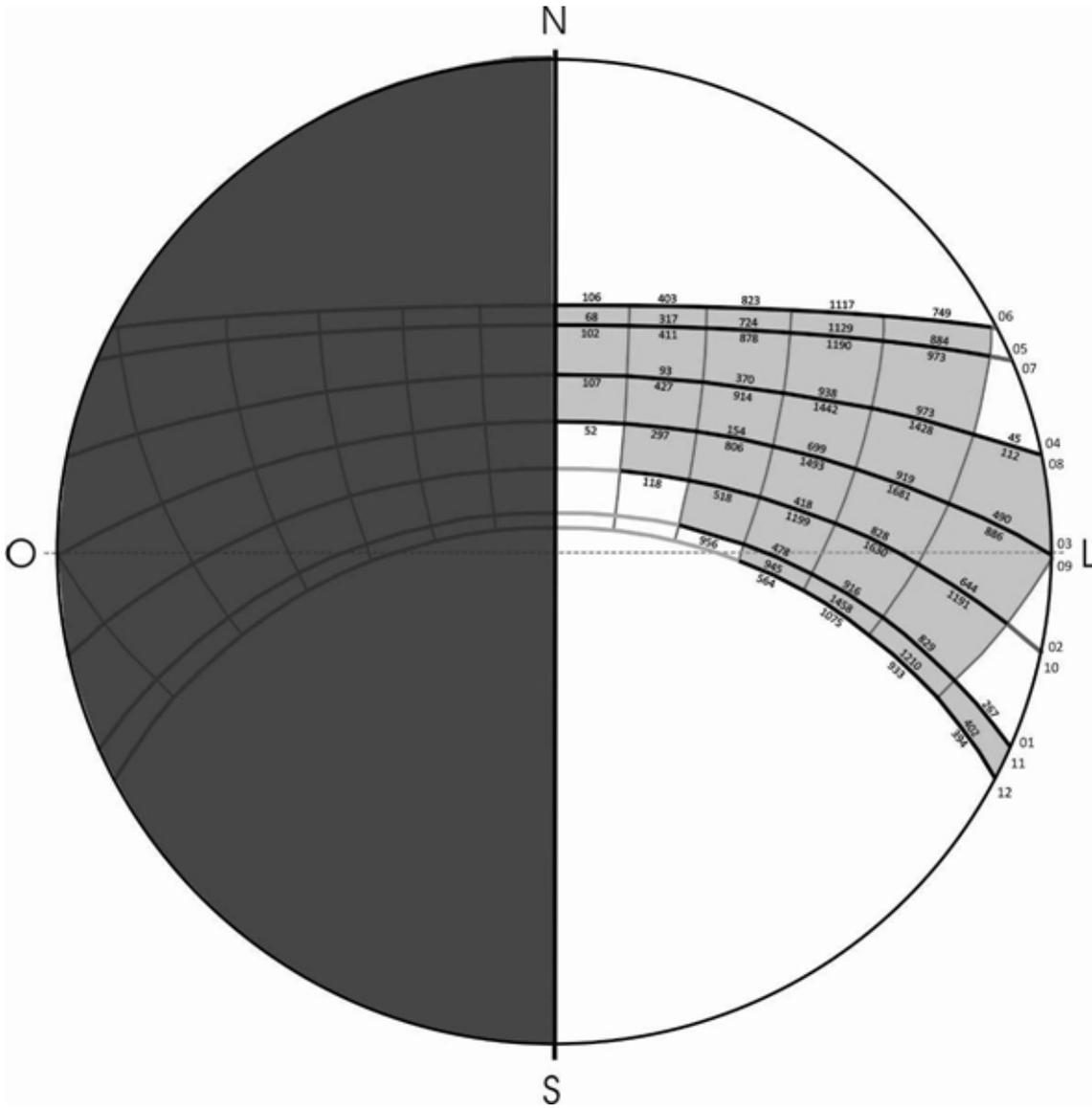


Figura 5.33: Radiações Solares Ponderadas positivas para a fachada Leste

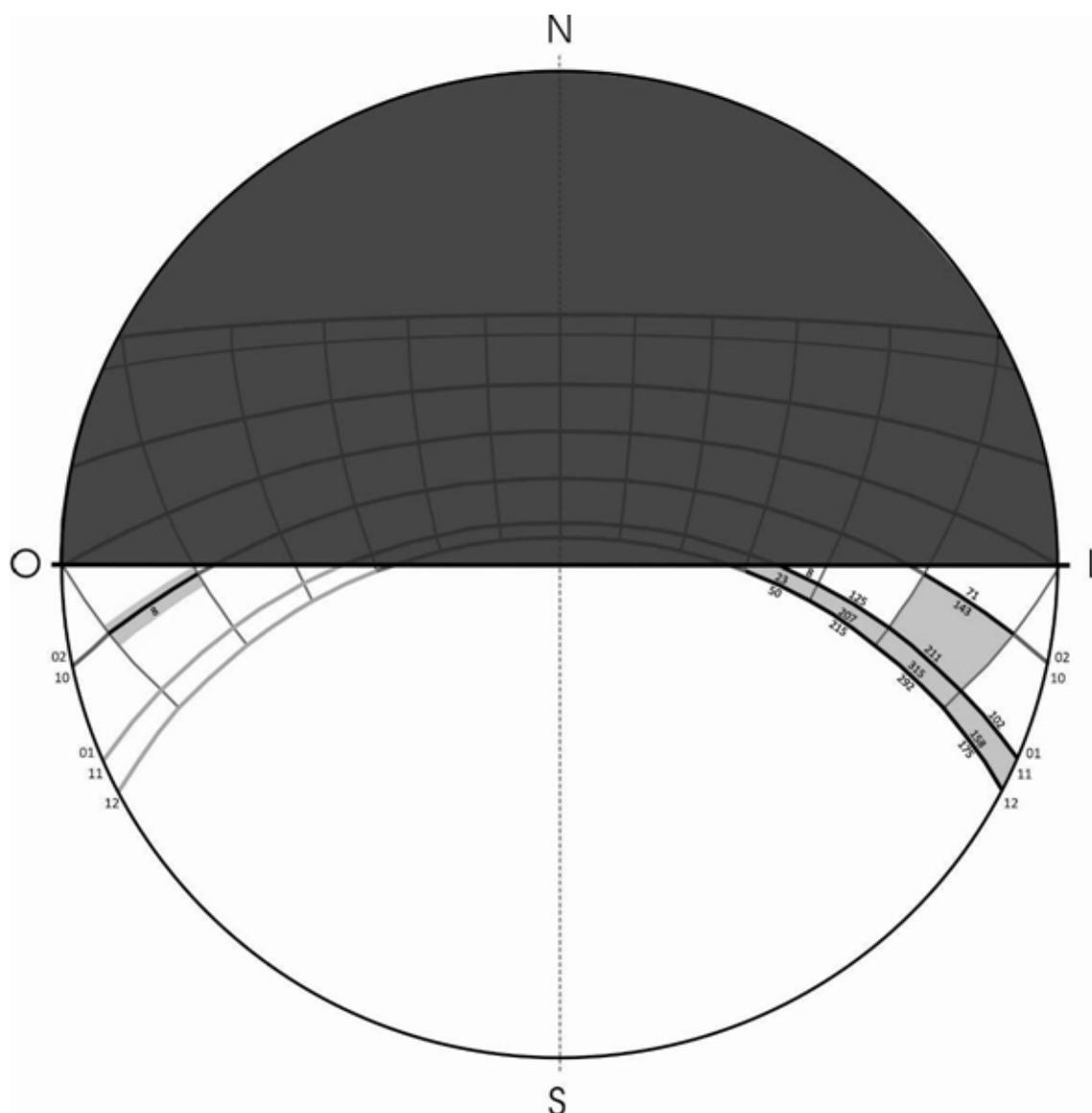


Figura 5.34: Radiações Solares Ponderadas positivas para a fachada Sul

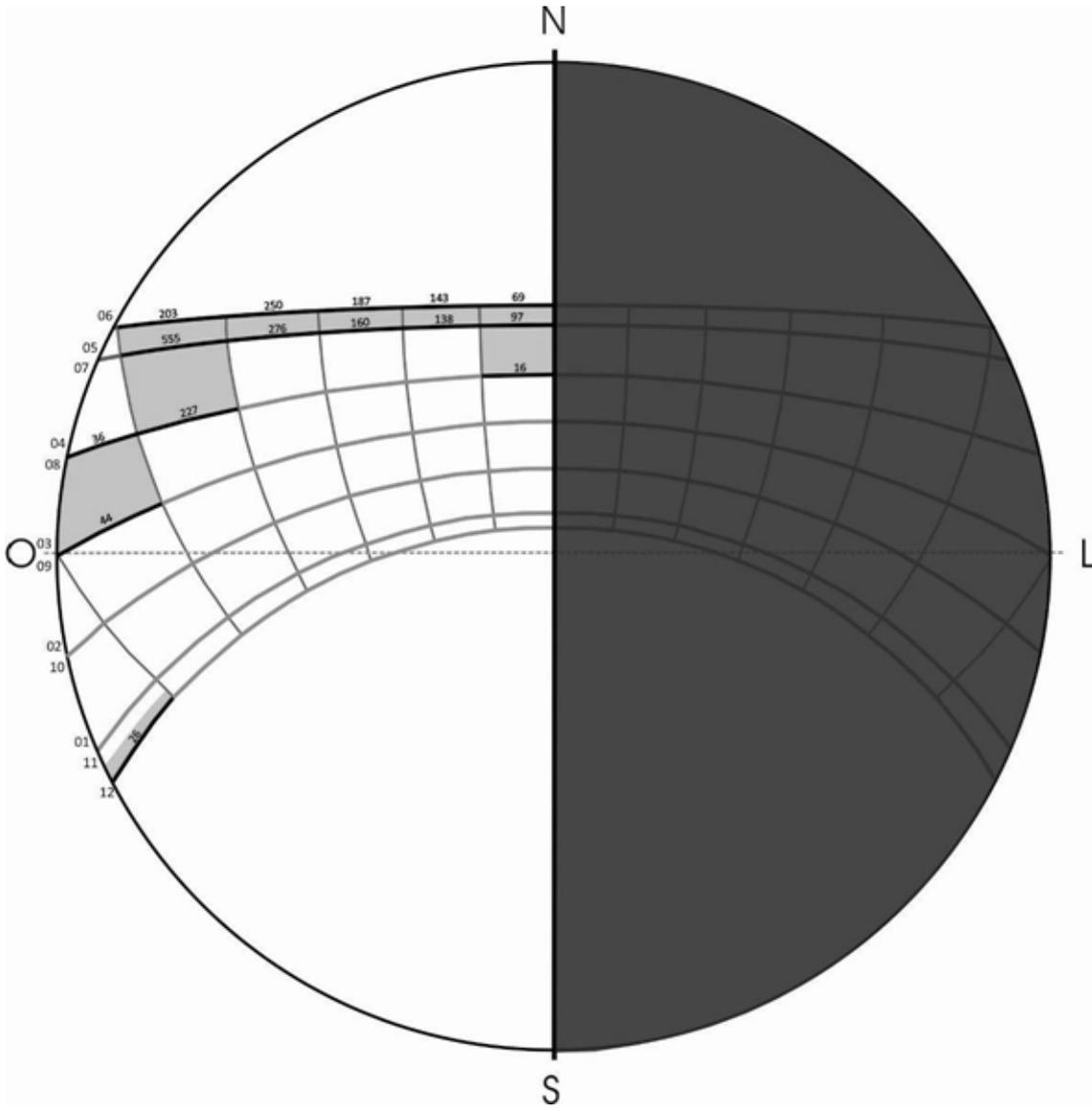


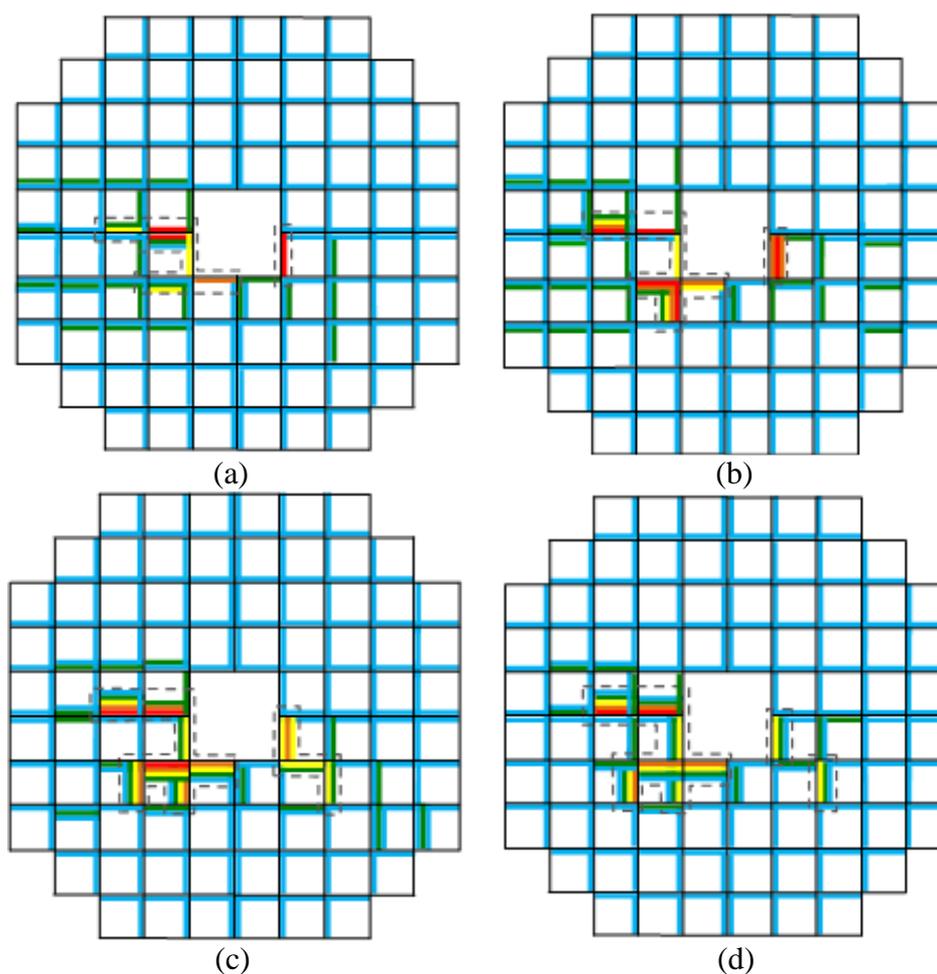
Figura 5.35: Radiações Solares Ponderadas positivas para a fachada Oeste

Tabela 5.3: Valores de RP/h para as fachadas N, L, S e O desobstruídas

Fachada	RSP+	h	RSP+/h
N	22851	67	341,06
L	41173	57	722,33
S	2103	14	150,21
O	3059	26	117,65

A.1) Cenários: X_OI20_regular

Os diagramas de impactos dos cenários X_OI20_regular estão dispostos na figura 5.36.



Legenda:

NI — Leve Adv. I Adv. Moderada I Adv. Considerável I IN

Figura 5.36: Diagramas de impactos dos cenários do grupo X_OI20_regular relativos à insolação: 5_OI20_regular (a), 10_OI20_regular (b), 15_OI20_regular (c) e 20_OI20_regular (d)

A simetria dos diagramas de impacto relativos à iluminação natural não é verificada nos relativos à insolação em virtude da diferença na disponibilidade de RSP+M para as orientações. As porções superiores e inferiores dos diagramas apresentam muitos edifícios com impactos do tipo NI. Os impactos adversos se concentram nos níveis um e dois, principalmente na porção Oeste dos diagramas (5.36).

Nota-se que as edificações impactadas de maneira adversa são praticamente as mesmas em todos os cenários, entretanto, verifica-se uma tendência crescente na variação desses tipos de impactos em direção aos cenários com edificações mais altas e espaçadas entre si. Isto ocorre pelo fato dos impactos adversos terem a mesma classificação nos pavimentos inferiores. À medida que as edificações possuem mais pavimentos, outros impactos mais amenos são verificados em direção ao último pavimento. Esta ocorrência é verificada na fachada Norte do edifício 9 (localização na figura 5.37) dos quatro cenários (tabela 5.4).

Tabela 5.4: Comparação dos tipos de impactos por pavimento na fachada Norte da edificação 9

Impactos por pavimento – Edifício 9 (fachada Norte)				
Pav.	5_OI20_regular	10_OI20_regular	15_OI20_regular	20_OI20_regular
1	Adv. Moderada	Adv. Moderada	Adv. Moderada	Adv. Moderada
2	Adv. Moderada	Adv. Moderada	Adv. Moderada	Adv. Moderada
3	Adv. Moderada	Adv. Moderada	Leve Adversidade	Adv. Moderada
4	Adv. Moderada	Adv. Moderada	Leve Adversidade	Adv. Moderada
5	Adv. Moderada	Adv. Moderada	Leve Adversidade	Leve Adversidade
6	-	Leve Adversidade	Leve Adversidade	Leve Adversidade
7	-	Leve Adversidade	Leve Adversidade	Leve Adversidade
8	-	Leve Adversidade	Leve Adversidade	Leve Adversidade
9	-	Leve Adversidade	Leve Adversidade	Leve Adversidade
10	-	Leve Adversidade	IN	IN
11	-	-	IN	IN
12	-	-	IN	IN
13	-	-	IN	IN
14	-	-	IN	NI
15	-	-	NI	NI
16	-	-	-	NI
17	-	-	-	NI
18	-	-	-	NI
19	-	-	-	NI
20	-	-	-	NI

Utilizando o quinto pavimento da mesma edificação como exemplo, nota-se que o aumento da obstrução da vizinhança sobre as RSP+, que ocorre em direção aos cenários com edificações mais altas e menor TO, não significa a piora nos impactos, como observado nas análises referentes à iluminação natural (tabela 5.4 e figura 3.57). A diferença está na determinação dos impactos para a insolação que considera apenas a

porcentagem de redução nas RSP+M causada pelo OI e não um valor mínimo que seria influenciado pelas obstruções da vizinhança também.

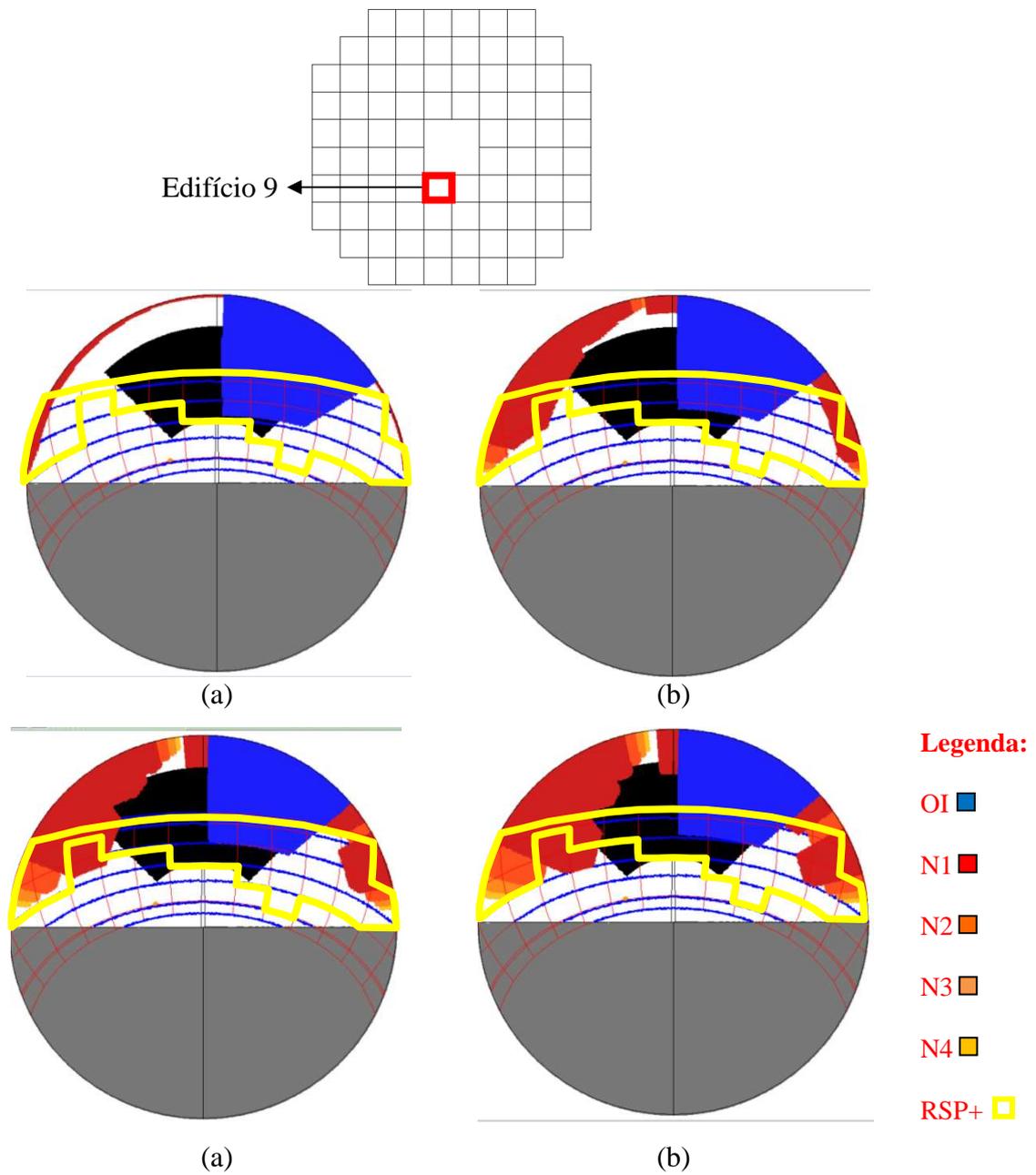


Figura 5.37: Máscaras dos quintos pavimentos da fachada Norte do edifício 9 dos cenários 5_OI20_regular (a), 10_OI20_regular (b), 15_OI20_regular (c) e 20_OI20_regular (d)

Para ilustrar os impactos adversos nas diferentes fachadas presentes nos cenários, selecionou-se máscaras dos primeiros pavimentos das fachadas Norte (edifício

9), Leste (edifício 11), Sul (edifício 12) e Oeste (edifício 6) de edificações presentes no nível um (figura 5.53) do cenário 5_OI20_regular.

As fachadas Norte e Leste apresentam considerável número de horas de insolação desejáveis (RSP+). Apesar disso, se o OI estiver obstruindo horas com magnitudes elevadas de RSP+, impactos adversos serão verificados. Nos exemplos abaixo os impactos sofridos foram Moderados (figuras 5.38a) e Leves (figura 5.38b) em todos os pavimentos.

Já as fachadas Sul (figura 5.38c) e Oeste (figura 5.38d) possuem poucas horas de insolação desejáveis. Nos exemplos selecionados, nota-se que a obstrução excessiva dessas horas causou impactos do tipo Adversidade Considerável em todos os pavimentos, pelo fato do OI reduzir em mais de 60% a disponibilidade de RSP+M.

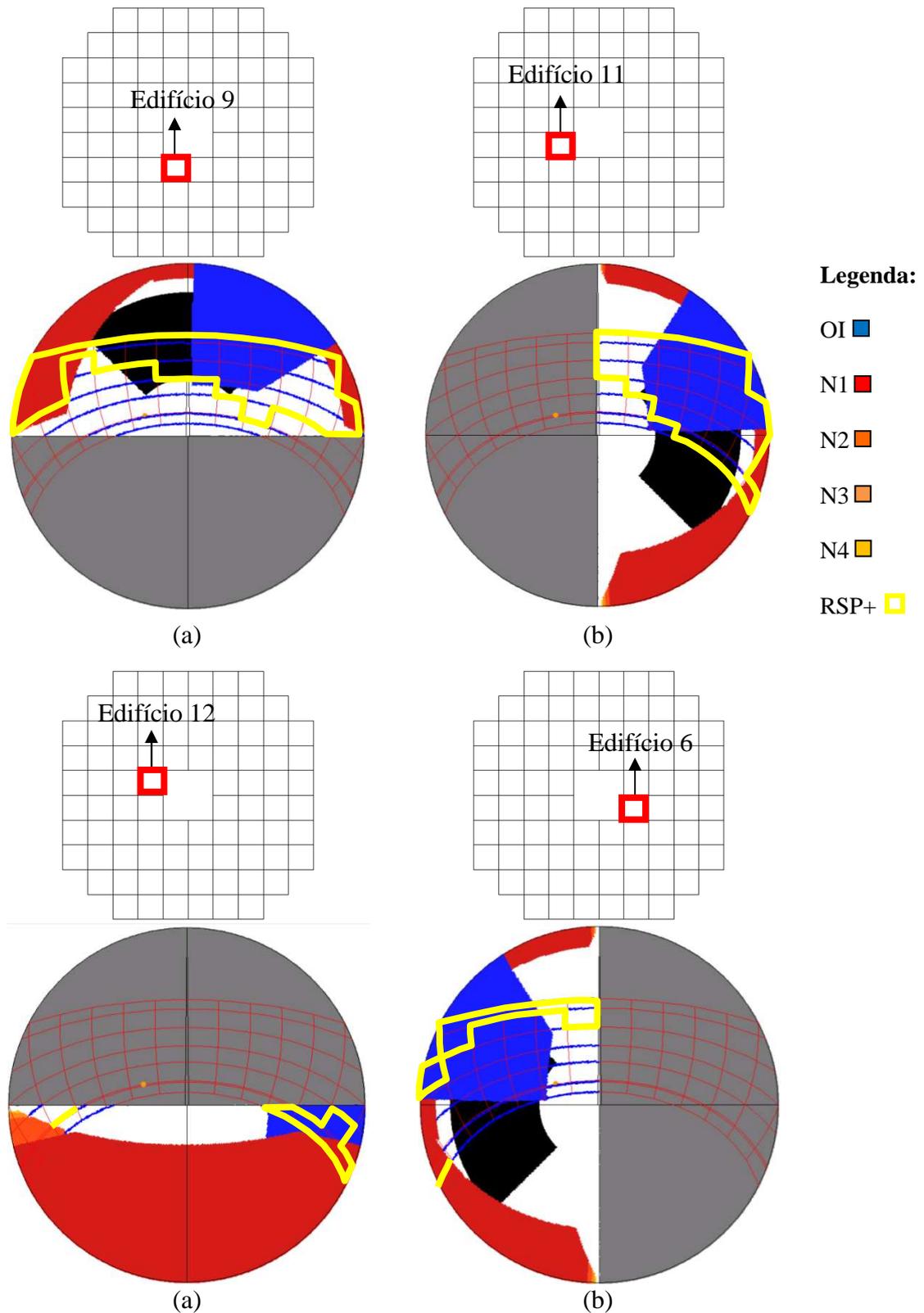


Figura 5.38: Máscaras dos primeiros pavimentos da fachada Norte do edifício 9 (a), fachada Leste do edifício 11 (b), fachada Sul do edifício 12 (c) e fachada Oeste do edifício 6 (d)

À respeito da quantificação dos impactos neste grupo, nota-se através da figura 5.39 que as porcentagens não variam significativamente, diferentemente das análises em relação à iluminação natural. Nos diagramas de impactos (figura 5.36), observa-se que as fachadas contendo impactos adversos são praticamente as mesmas e estão presentes nos dois primeiros níveis devido à proximidade do OI (figura 3.40). Nos demais níveis são verificadas pequenas reduções no parâmetro RSP+M, resultando apenas em impactos Insignificantes.

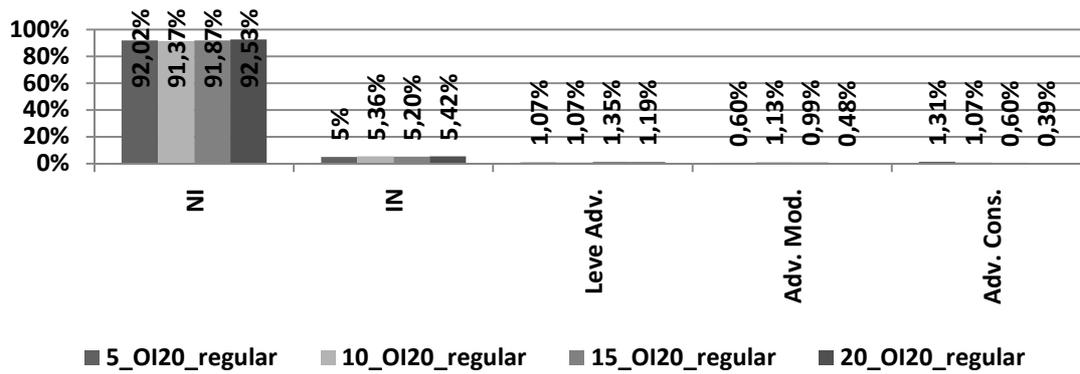


Figura 5.39: Comparação dos impactos nos cenários do tipo X_OI20_regular

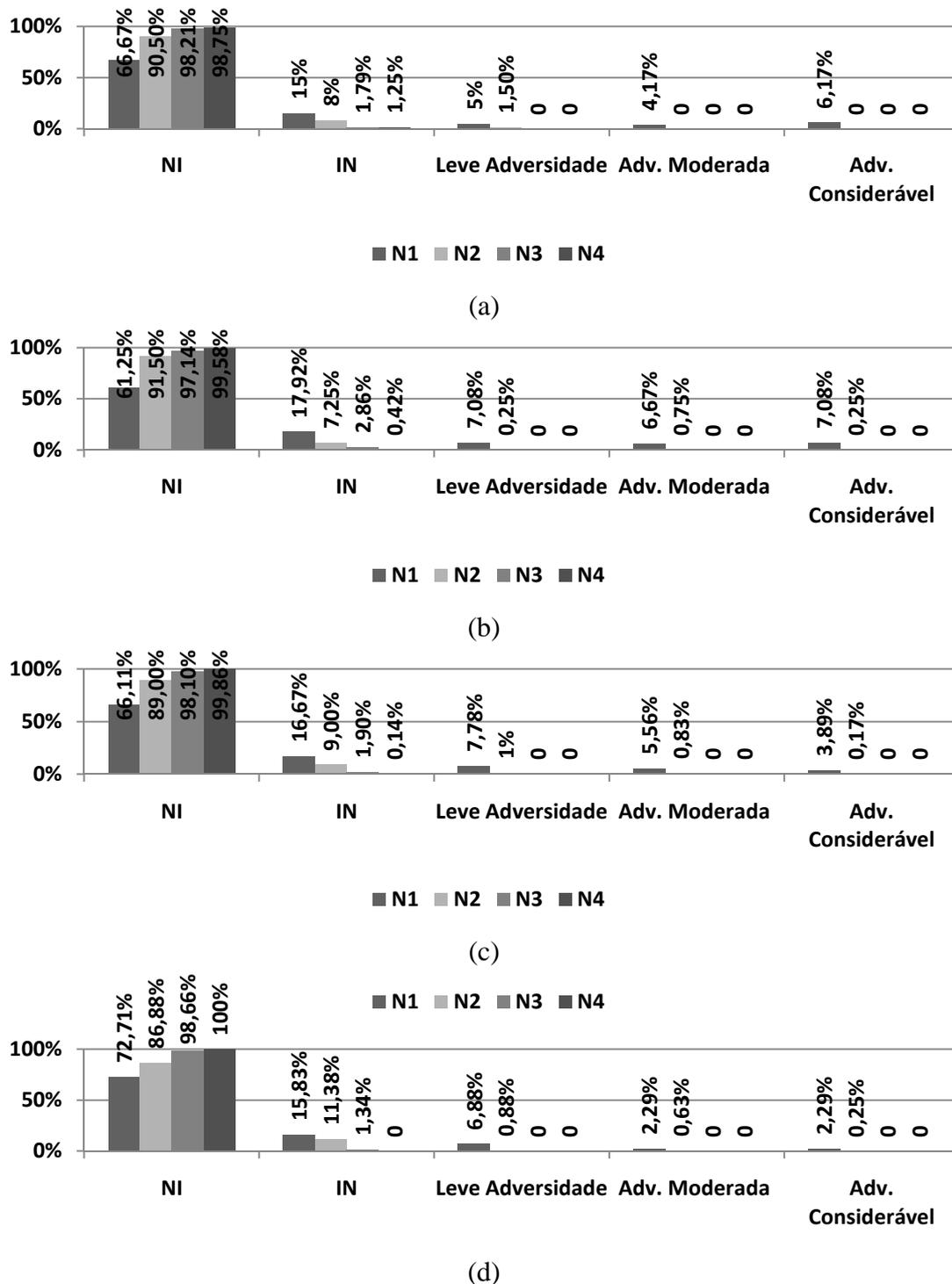
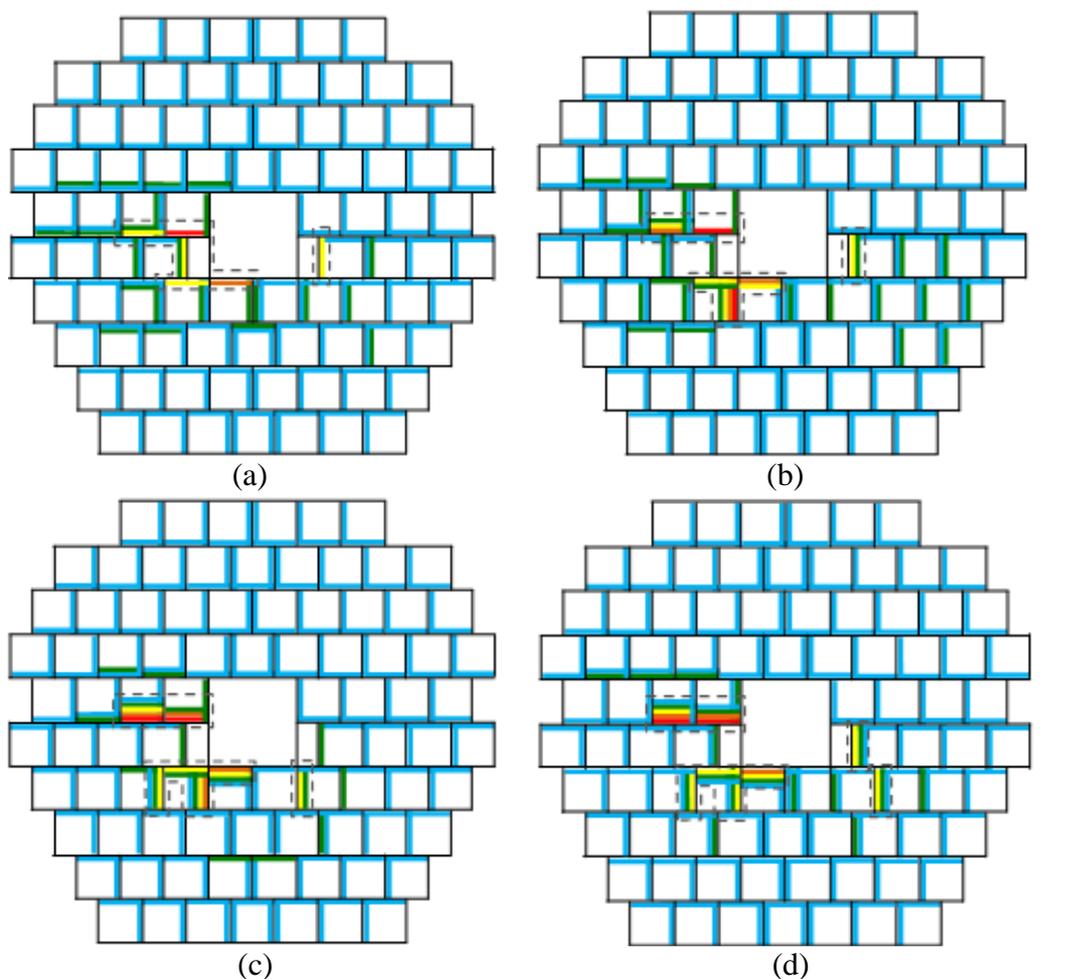


Figura 5.40: Distribuição dos impactos nos níveis: 5_OI20_regular (a), 10_OI20_regular (b), cenários 15_OI20_regular (c), 20_OI20_regular (d)

A.2) Cenários: X_OI20_alternado

Os diagramas de impactos dos cenários X_OI20_alternado estão dispostos na figura 5.41.



Legenda:

NI — Leve Adv. I — Adv. Moderada I — Adv. Considerável I —
 IN —

Figura 5.41: Diagramas de impactos dos cenários do grupo X_OI20_alternado relativos à insolação: 5_OI20_alternado (a), 10_OI20_alternado (b), 15_OI20_alternado (c) e 20_OI20_alternado (d)

As tendências de espacialização dos impactos neste cenário são muito próximas do seu correspondente com parcelamento regular (5_OI20_regular), como no caso do aumento da variedade de impactos nas mesmas fachadas em direção ao cenário 20_OI20_alternado. Além disso, verificou-se neste grupo e no anterior que os impactos adversos localizaram-se à esquerda e à direita (níveis 1 e 2) e na parte inferior do lote do OI (nível 1), devido à obstrução das RSP+ pelo OI.

A influência da alternância do parcelamento pode ser ilustrada através das figuras 5.42 e 5.43. A porção da vizinhança localizada à esquerda do OI sofre pouco influência, como se verifica na fachada Sul do edifício 22 (figura 5.42a). O afastamento entre as edificações situa-se na parte central da máscara, entretanto, o OI esta localizado

à direita. Comparando-se a edificação correspondente do cenário 5_OI20_regular (figura 5.42b), nota-se que a obstrução da trajetória solar é a mesma.

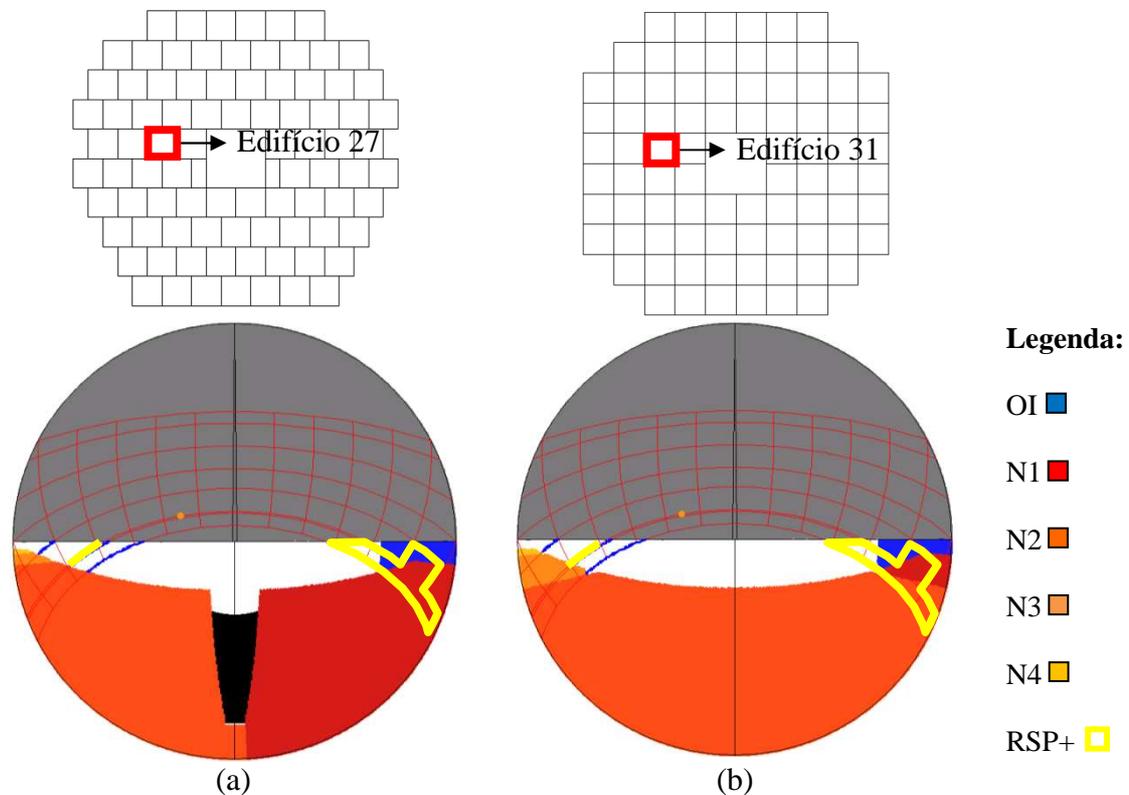


Figura 5.42: Máscaras dos primeiros pavimentos da fachada Sul do edifício 27 do cenário 5_OI20_alternado (a) e da fachada Sul do edifício 31 do cenário 5_OI20_regular (b)

A influência do parcelamento no outro sentido da alternância - porção dos diagramas de impactos localizados abaixo do OI - é pequena, em virtude da obstrução do OI não sobrepor as RSP+. Na fachada Norte do primeiro pavimento da edificação 22 (nível 2) do cenário 5_OI20_alternado o OI obstrui uma pequena porção das RSP+ causando impacto do tipo IN (figura 5.43a). Já no quinto pavimento, o impacto verificado é do tipo NI, pois OI não obstrui estas radiações (figura 5.43b).

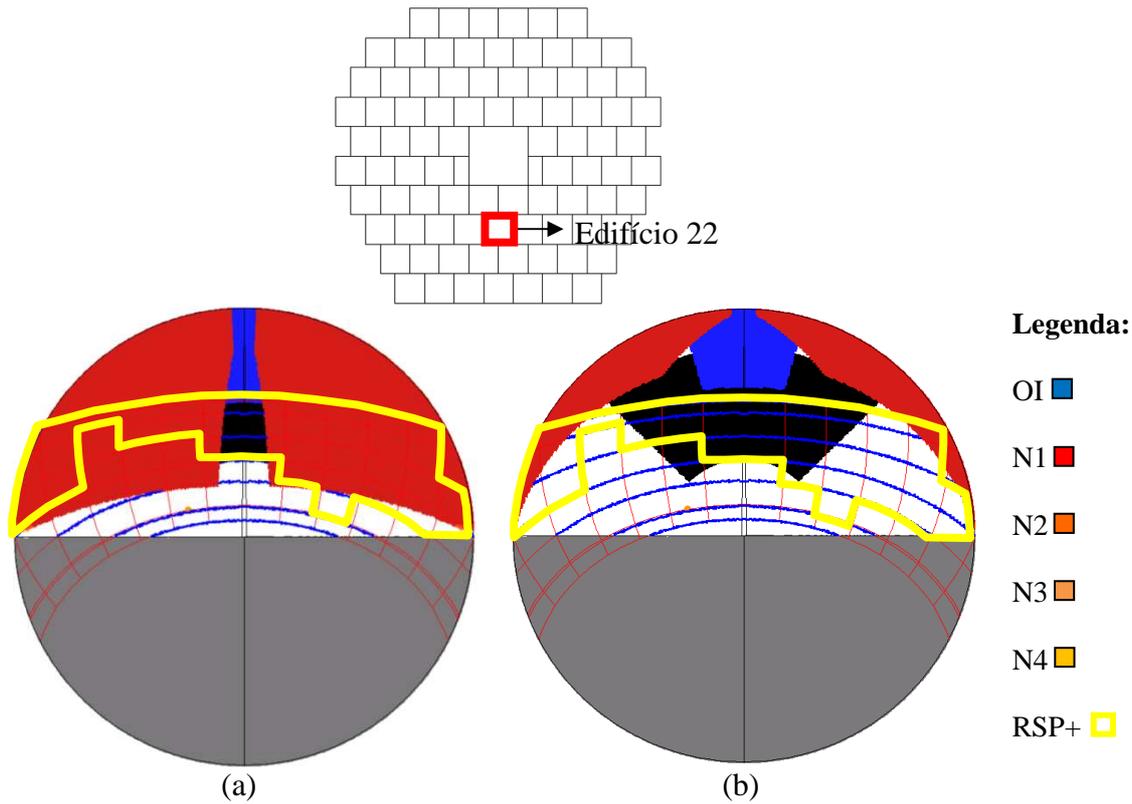


Figura 5.43: Máscaras da fachada Norte do edifício 22 para o primeiro (a) e quinto pavimento (b) do cenário 5_OI20_alternado

Assim como na análise da iluminação natural, com o aumento da altura e afastamentos laterais das edificações da vizinhança, a influência do OI também aumenta em algumas fachadas, produzindo impactos adversos. A fachada Leste do edifício 9 apresenta este comportamento em seus primeiros pavimentos. Na figura 5.44 observa-se a obstrução do primeiro pavimento do cenário 5_OI20_alternado e 10_OI20_alternado. O OI é totalmente obstruído no cenário contendo edificações mais baixas e afastamentos menores (figura 5.44a). O contrário é verificado no cenário contendo edificações mais altas e afastamentos maiores (figura 5.44b); o OI torna-se visível e obstrui parte das RSP+.

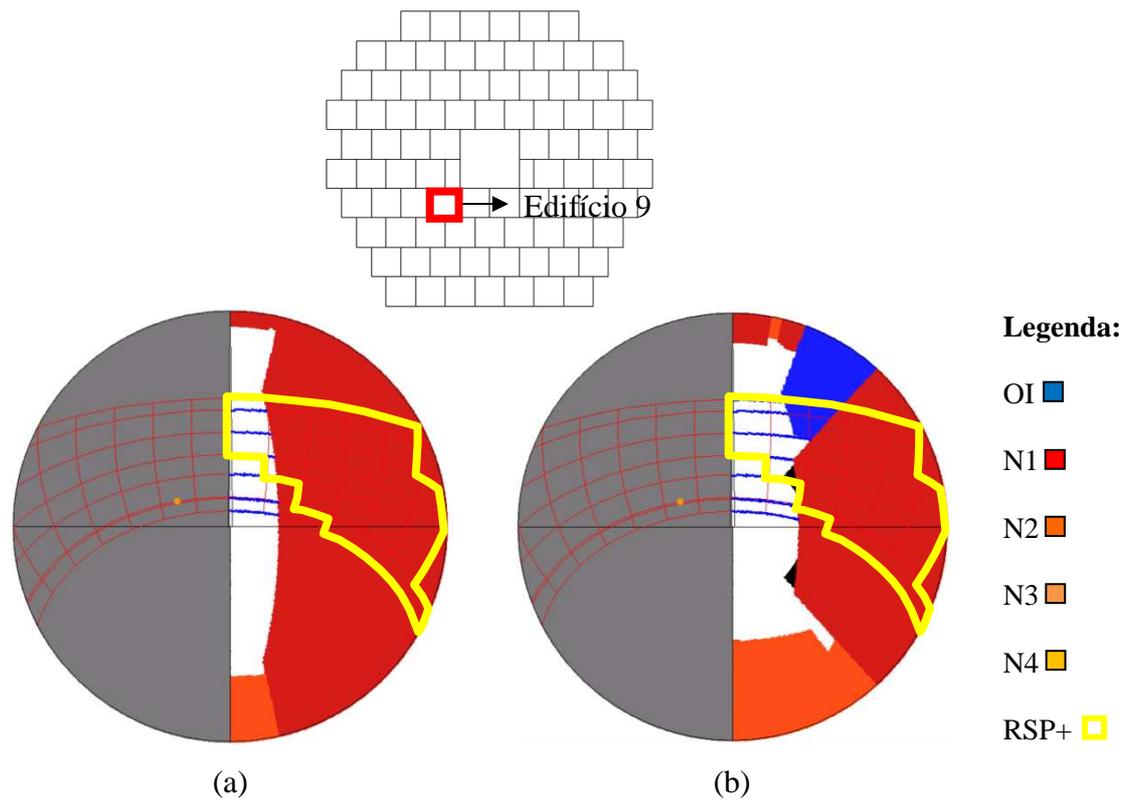


Figura 5.44: Máscaras dos primeiros pavimentos da fachada Leste do edifício 9 para os cenários 5_OI20_alternado (a) e 10_OI20_alternado (b)

Em relação às porcentagens dos impactos dos cenários deste grupo, nota-se que as mesmas são muito próximas, bem como no grupo anterior (X_OI20_regular). Os impactos adversos estão concentrados nos níveis 1 e 2 em todos os cenários e são maiores em porcentagem nos cenários 5_OI20_regular e 10_OI20_regular. Entretanto, a porcentagem de impactos adversos nestes cenários apresenta variações muito pequenas em relação aos cenários 15_OI20_regular e 20_OI20_regular que possuem maior número de pontos. Em decorrência do aumento dos afastamentos das edificações, o OI acaba por obstruir as RSP+ de algumas fachadas antes obstruídas pela vizinhança.

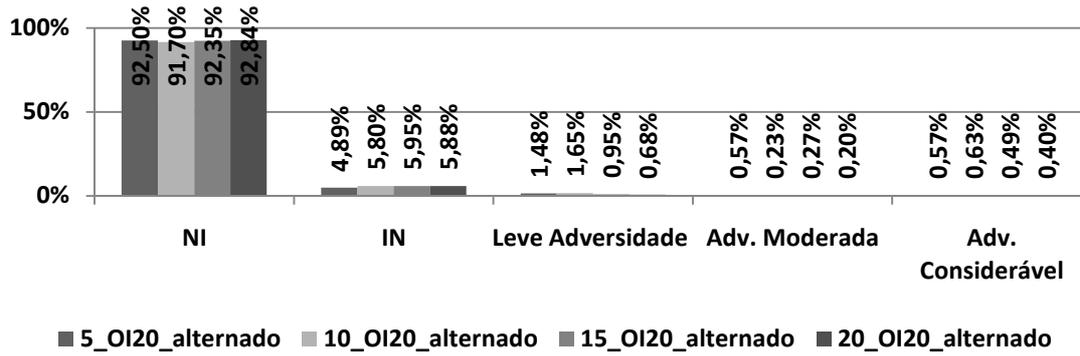


Figura 5.45: Comparação dos impactos nos cenários do tipo X_OI20_alternado

Em relação à distribuição dos impactos nos níveis, as mesmas tendências do grupo anterior são verificadas (figura 5.46). Os impactos do tipo NI são maiores nos primeiros níveis; o contrário ocorre com os do tipo IN. Os impactos adversos são verificados em grande parte no primeiro nível.

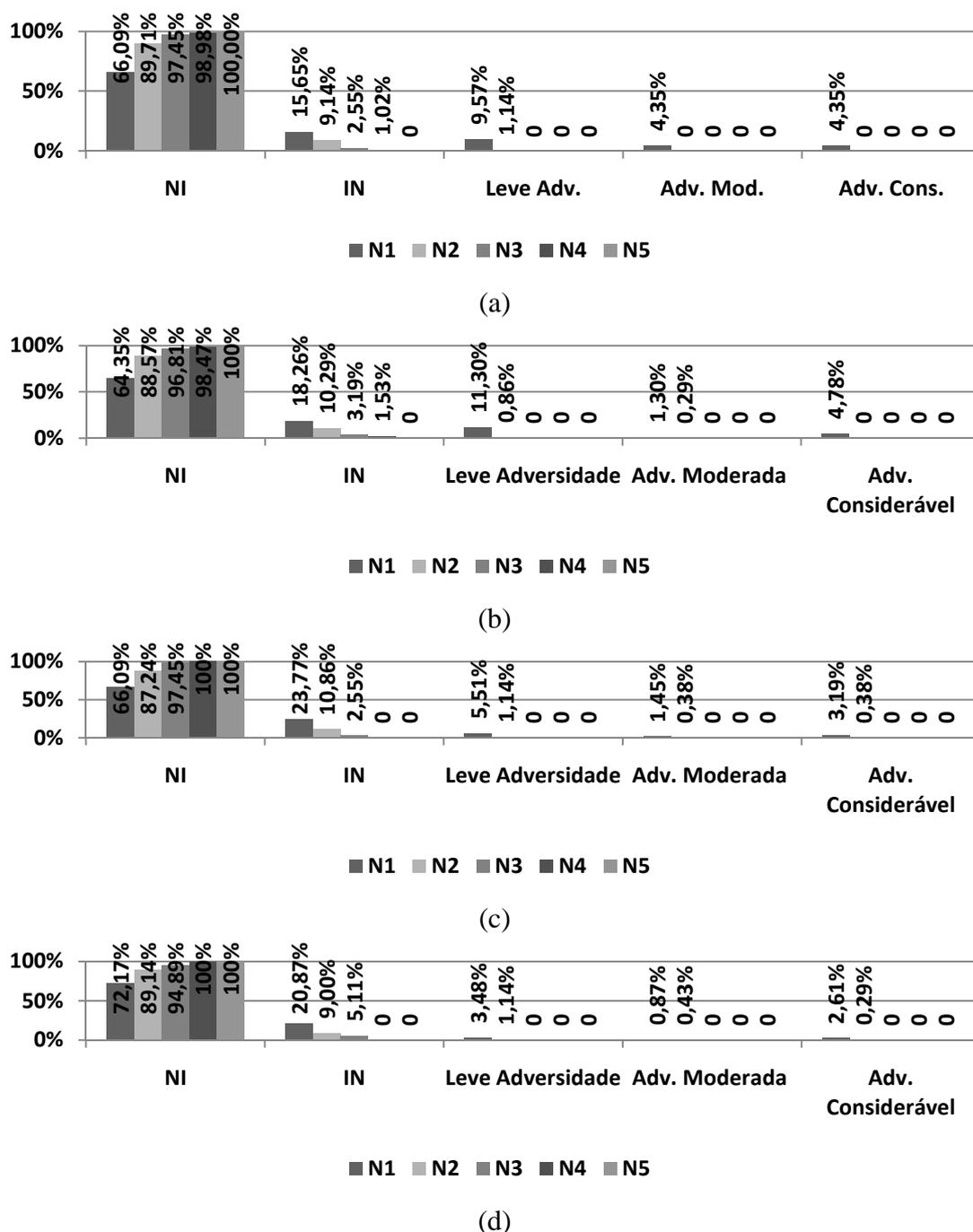


Figura 5.46: Distribuição dos impactos nos níveis: 5_OI20_alternado (a), 10_OI20_alternado (b), cenários 15_OI20_alternado (c), 20_OI20_alternado (d)

A.3) Cenários: X_OI10_regular

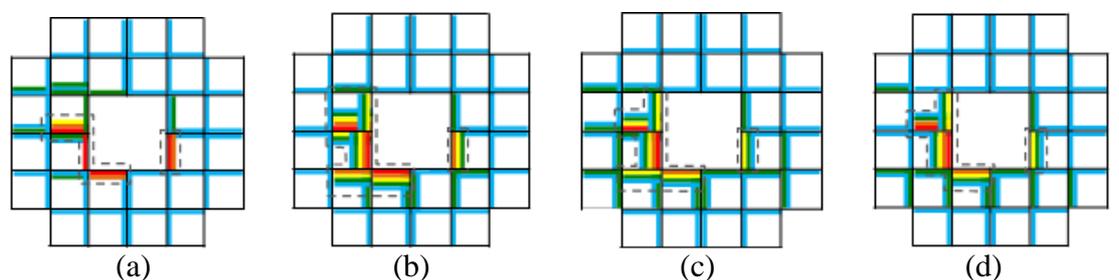
Os diagramas de impactos dos cenários deste grupo apresentam impactos adversos apenas no nível 1, diferentemente dos grupos anteriores que também

apresentam no nível 2 (figura 5.47). Esta diferença se deve ao OI, que por ser mais baixo e menos visível no nível 2 neste grupo.

A distribuição dos impactos adversos é verificada nas porções à direita, esquerda e inferior ao lote do OI, assim como nos demais grupos (X_OI20_regular e X_OI20_alternado). Estas porções são mais vulneráveis em virtude da maior ocorrência da visibilidade do OI sobrepondo-se às horas contendo RSP+.

Os tipos de impactos nas fachadas aumentam em direção ao cenário com edificações mais altas e mais afastadas, além da constatação de novas edificações impactadas (figura 5.47). Um exemplo do aumento dos tipos de impactos está na comparação dos dados das planilhas e nas máscaras da fachada Leste da edificação 11. Esta fachada apresenta impactos do tipo Adversidade Considerável nos cinco pavimentos do cenário 5_OI10_regular. Já no cenário 10_OI10_regular apenas três pavimentos apresentam este tipo de impacto; os demais impactos adversos são Moderados e Leves e são observados até o sexto pavimento. Comparando-se o quinto pavimento dos cenários, nota-se que a obstrução do OI é menor no cenário 10_OI10_regular em função do maior afastamento do ponto de análise. O impacto no ponto para o cenário 5_OI10_regular sofre Adversidade Considerável (figura 5.48a) e no cenário 10_OI10_regular (figura 5.48b), Adversidade Moderada.

Além dessas constatações, duas fachadas de edificações são impactadas de maneira adversa neste cenário além das verificadas no cenário anterior, em função da visibilidade do OI através dos afastamentos laterais (fachada Norte dos edifícios 10 e 11).



Legenda:

NI — Leve Adv. I — Adv. Moderada I — Adv. Considerável I — Adv. Severa I
 IN —

Figura 5.47: Diagramas de impactos dos cenários do grupo X_OI10_regular relativos à insolação: 5_OI10_regular (a), 10_OI10_regular (b), 15_OI10_regular (c) e 20_OI10_regular (d)

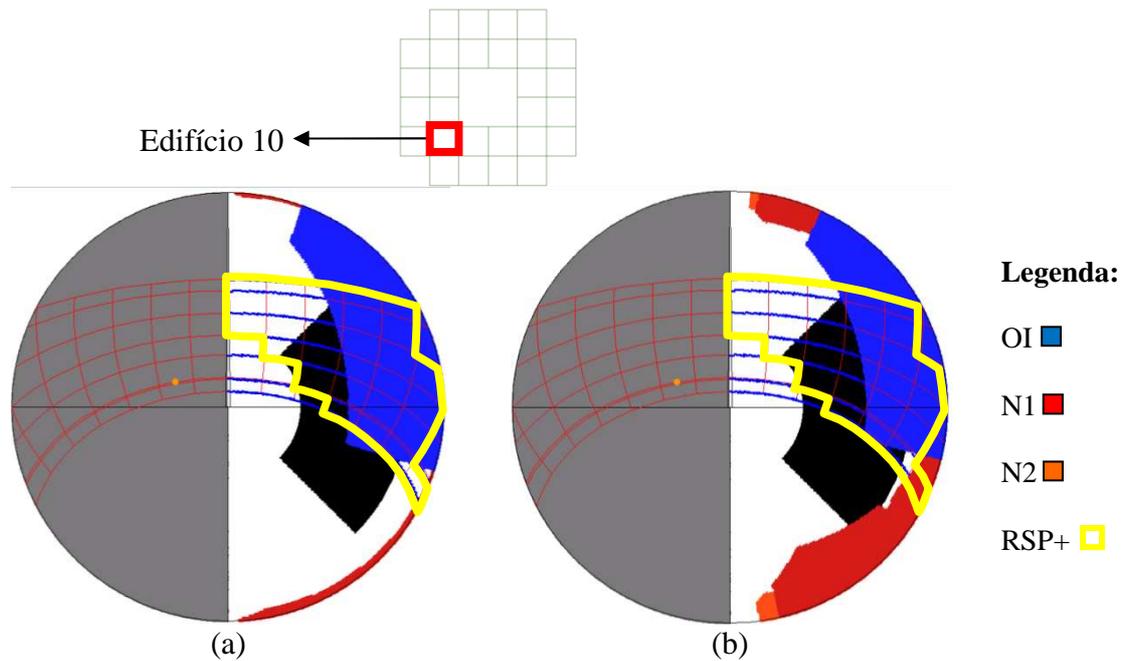


Figura 5.48: Máscaras do primeiro pavimento da fachada Norte do edifício 10 para os cenários 5_OI10_regular (a) e 10_OI10_regular (b)

Comparando-se os impactos do grupo, verifica-se uma tendência crescente dos impactos do tipo NI e IN em direção aos cenários contendo edificações mais altas (figura 5.49). A exceção está no cenário 20_OI10_regular que apresenta impactos do tipo IN baixos, assim como um elevado aumento nos impactos do tipo NI, em função da redução na obstrução da vizinhança.

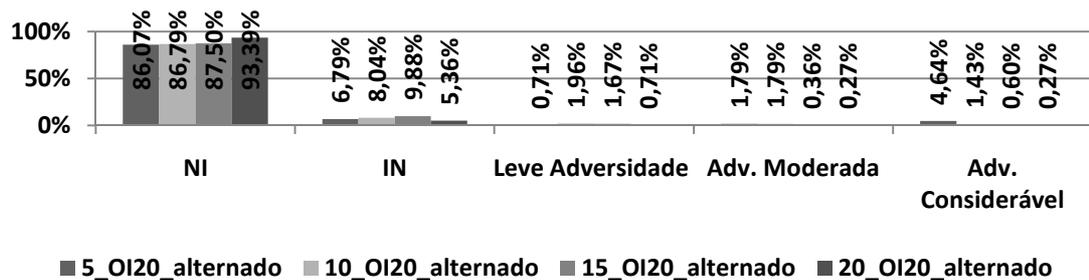
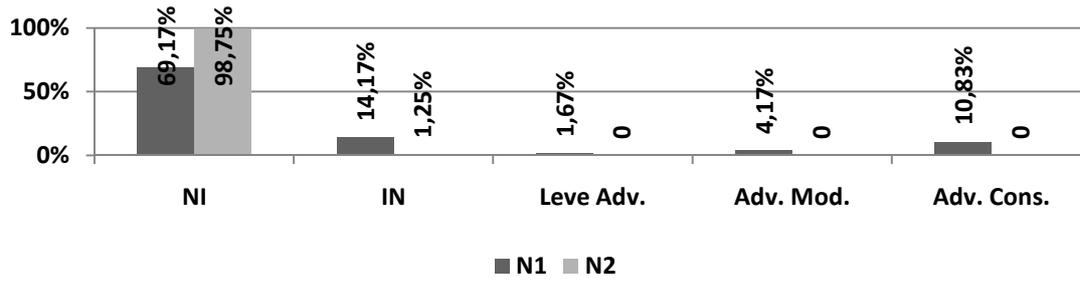
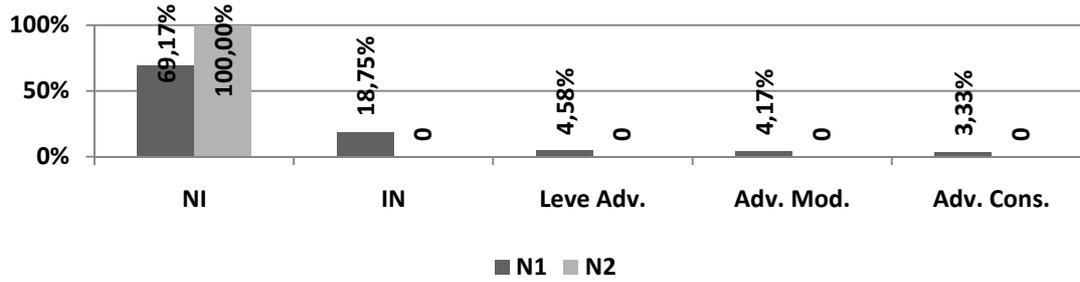


Figura 5.49: Comparação dos impactos nos cenários do tipo X_OI10_regular

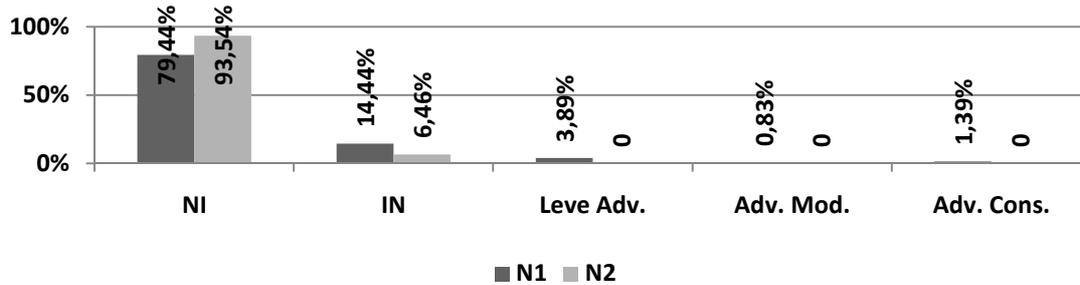
A distribuição dos impactos é semelhante aos grupos anteriores, com poucas diferenças das porcentagens entre os cenários (figura 5.50). Uma diferença significativa é verificada no nível dois. No cenário 10_OI10_regular, não existem impactos do tipo IN; já nos cenários 15_OI10_regular e 20_OI10_regular, este tipo de impacto é verificado em algumas fachadas em virtude da redução na obstrução da vizinhança.



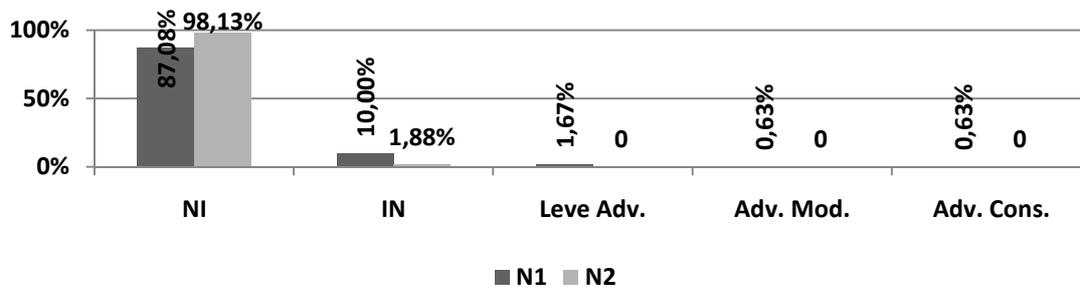
(a)



(b)



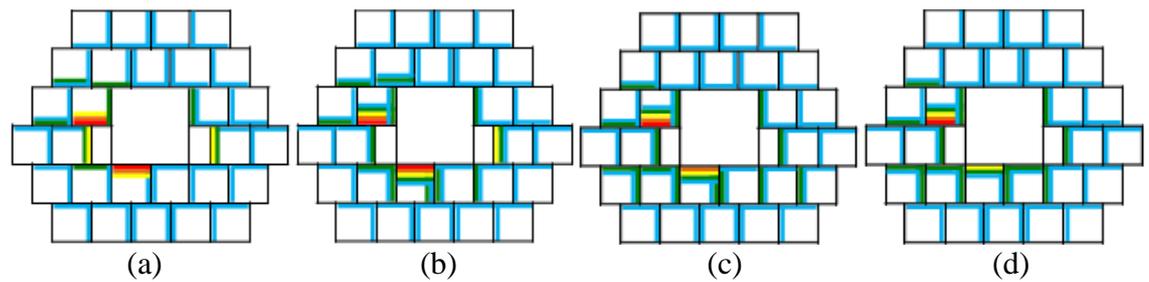
(c)



(d)

Figura 5.50: Distribuição dos impactos nos níveis: 5_OI10_regular (a), 10_OI10_regular (b), cenários 15_OI10_regular (c), 20_OI10_regular (d)

A.4) Cenários: X_OI10_alternado

**Legenda:**

NI — Leve Adv. I — Adv. Moderada I — Adv. Considerável I —
 IN —

Figura 5.51: Diagramas de impactos dos cenários do grupo X_OI10_alternado relativos à insolação: 5_OI10_alternado (a), 10_OI10_alternado (b), 15_OI10_alternado (c) e 20_OI10_alternado (d)

Na distribuição dos impactos, nota-se que os impactos se concentram no nível 1 (figura 5.51), assim como no grupo anterior. Pequenas influências do OI são verificadas no segundo nível causando impactos do tipo IN devido a elevada obstrução da vizinhança. O número de edificações impactadas de maneira adversa reduz para a metade em direção ao cenário 20_OI10_alternado (figura 5.51), diferentemente dos grupos anteriores. Esta constatação ocorre no primeiro pavimento do edifício 10 (figura 5.52) onde o impacto no cenário 20_OI10_alternado é do tipo Leve (figura 5.52a) e no cenário 20_OI10_alternado é Insignificante (figura 5.52b) devido à redução na obstrução do OI.

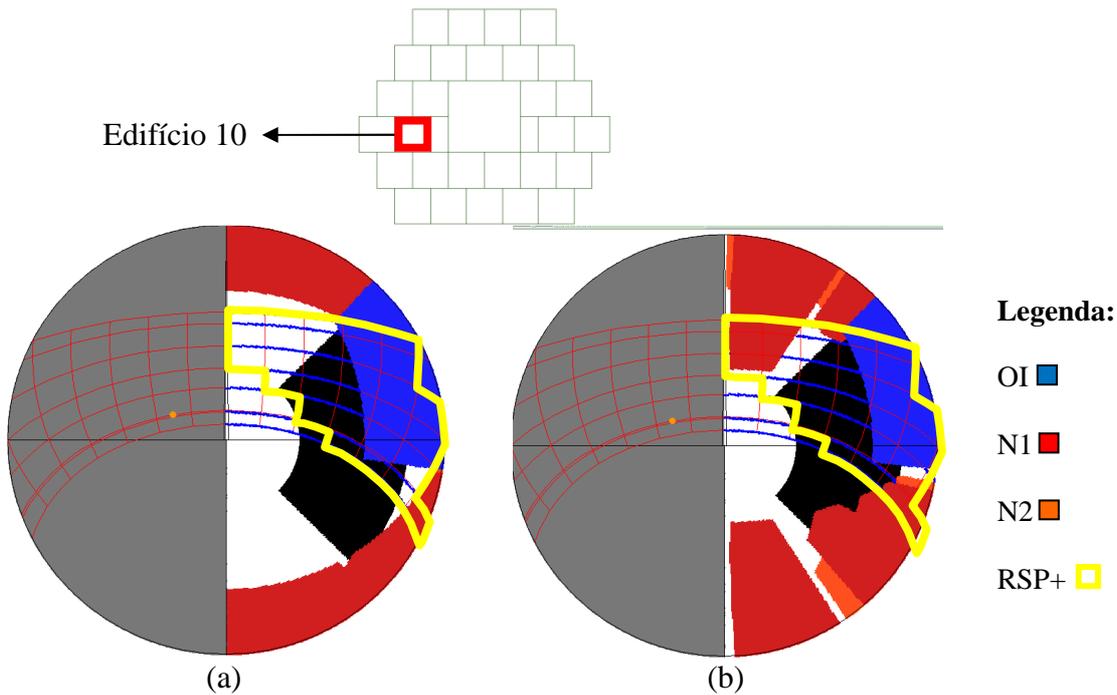


Figura 5.52: Máscaras do primeiro pavimento da fachada Leste do edifício 10 d os cenários 5_OI10_alternado (a) e 20_OI10_regular (b)

Em relação à quantificação dos impactos geral (figura 5.5.3) e nos níveis (figura 5.54), notam-se semelhanças em relação ao grupo anterior. Os impactos do tipo NI apresentam uma linearidade crescente e os impactos adversos reduzem em direção aos cenários contendo edificações mais altas e com menor TO (figura 5.53).

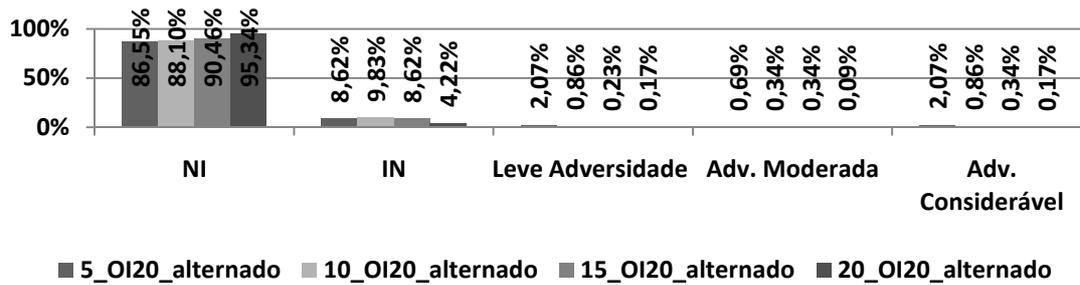


Figura 5.53: Comparação dos impactos nos cenários do tipo X_OI10_alternado

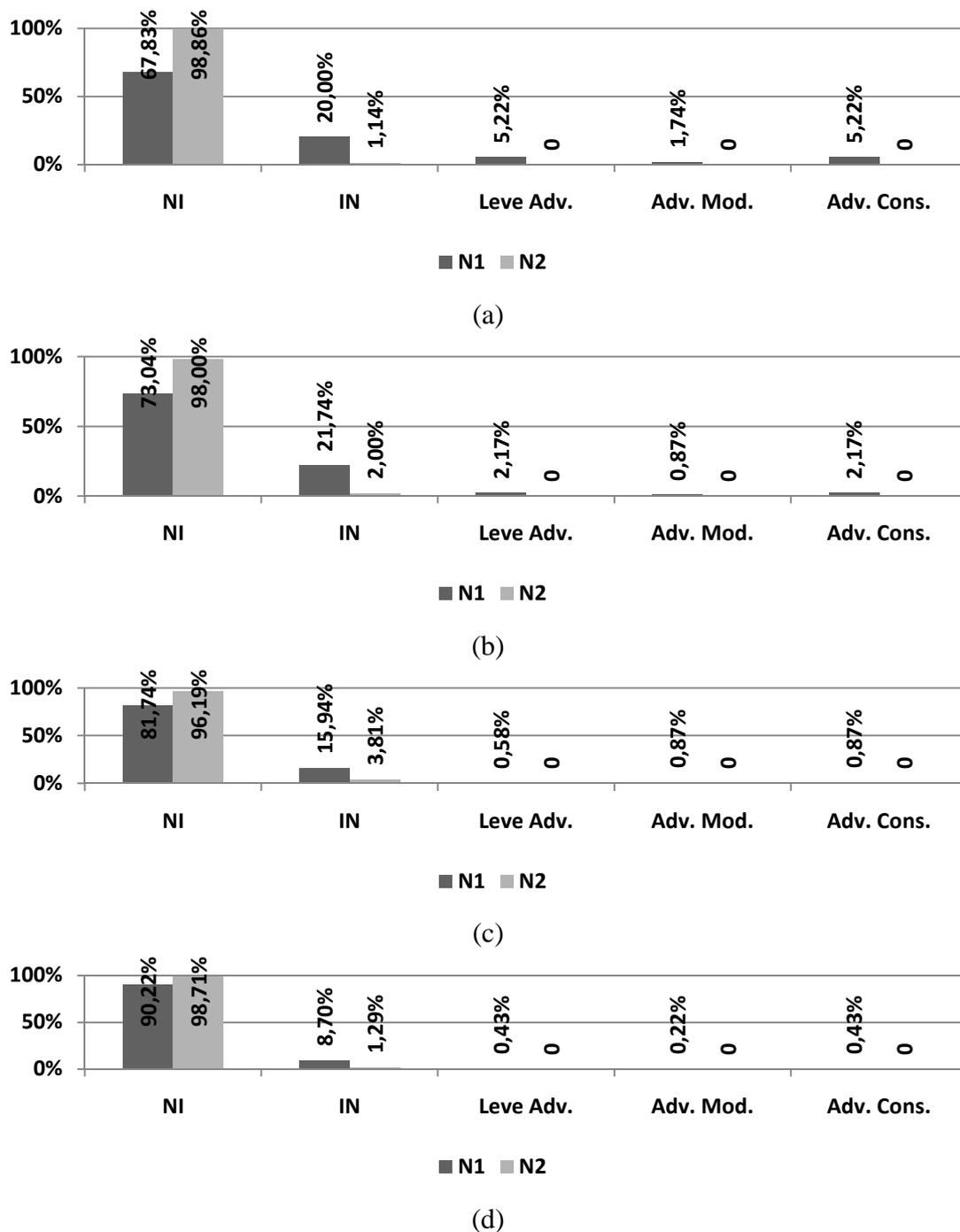


Figura 5.54: Distribuição dos impactos nos níveis: 5_OI10_alternado (a), 10_OI10_altenado (b), cenários 15_OI10_alternado (c), 20_OI10_alternado (d)

B.1) Comparações entre X_OI20_regular e X_OI20_alternado

Como constatado anteriormente, os resultados dos grupos X_OI20_regular (A.1) e X_OI20_alternado (A.2) apontam uma pequena influência dos tipos de

parcelamento e edificações na quantificação dos tipos de impactos adversos, em função da análise das RSP+M, considerando apenas a sua redução.

As variações dos impactos do tipo NI e IN nos quatro tipos de edificações dos cenários pode ser observada na figura 5.55. As variações são muito pequenas, mas em todos os cenários o parcelamento regular possui menor porcentagem de impactos do tipo NI e IN, ou seja, os impactos adversos possuem maiores porcentagens.

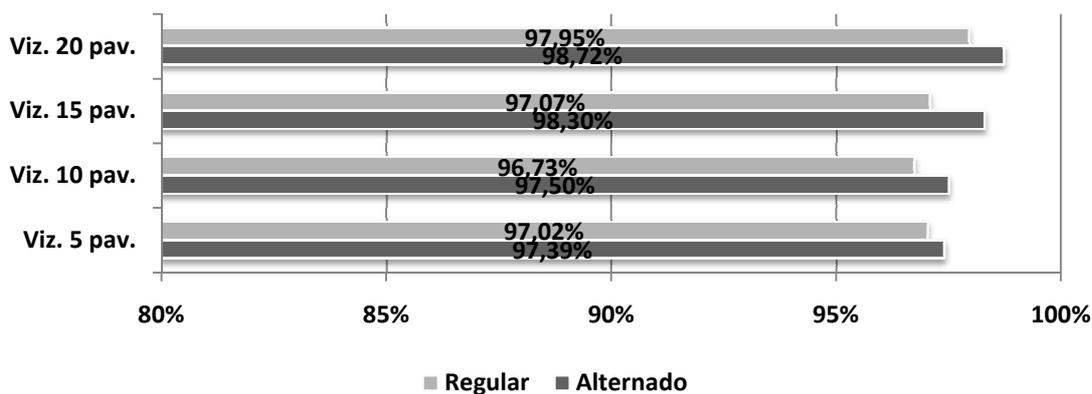


Figura 5.55: Comparação entre os quatro cenários contendo OI alto e parcelamentos diferenciados em relação à soma dos impactos do tipo NI e IN

Além disso, uma pequena diferença na soma das porcentagens de impactos do tipo NI e IN é verificada nos cenários que contém edificações com cinco pavimentos. Visando investigar este resultado, algumas máscaras foram produzidas (figuras 5.56 e 5.57). As máscaras da figura 5.56 representam a situação de obstrução para o cenário com cinco pavimentos no primeiro piso da edificação número 8 com parcelamento alternado (figura 5.56a) e 9 com parcelamento regular (figura 5.56b). Apesar de possuírem números diferentes, estas edificações possuem o mesmo posicionamento em planta. Nestes casos, nota-se que as diferenças obstrutivas são mínimas na área contendo RSP+ (em amarelo). Comportamento semelhante pode ser verificado também na figura 5.57, com exemplos para a fachada Leste.

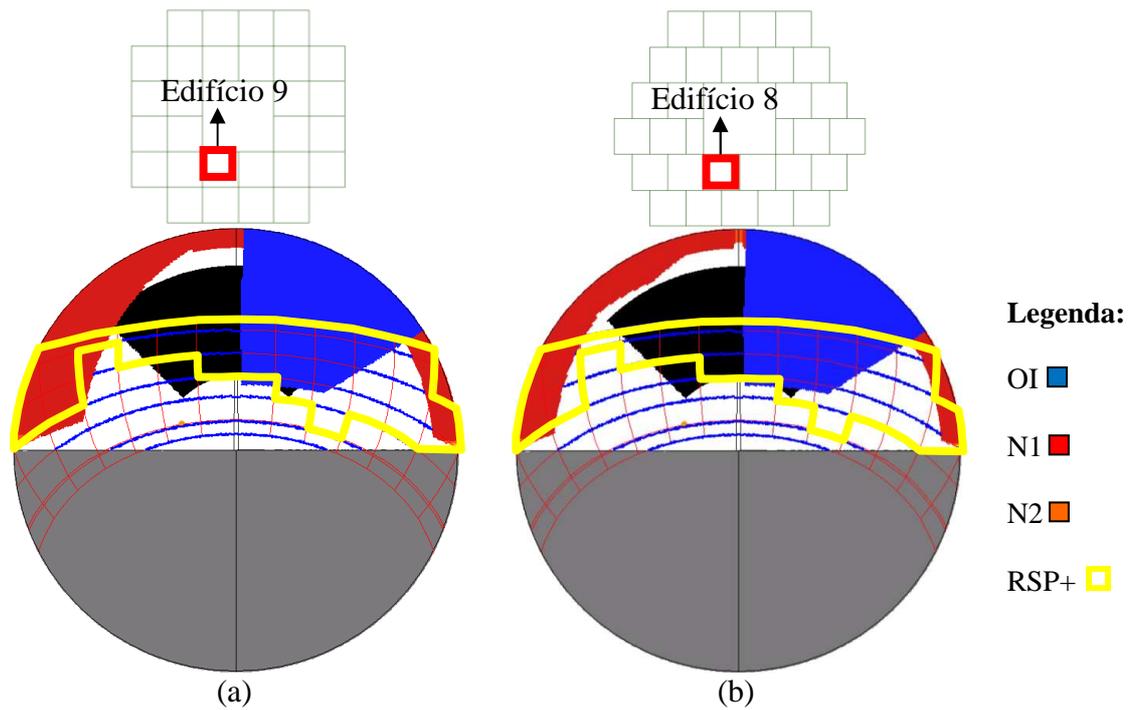


Figura 5.56: Máscaras do primeiro piso da edificação 9 com parcelamento regular (a) e 8 com parcelamento alternado (b)

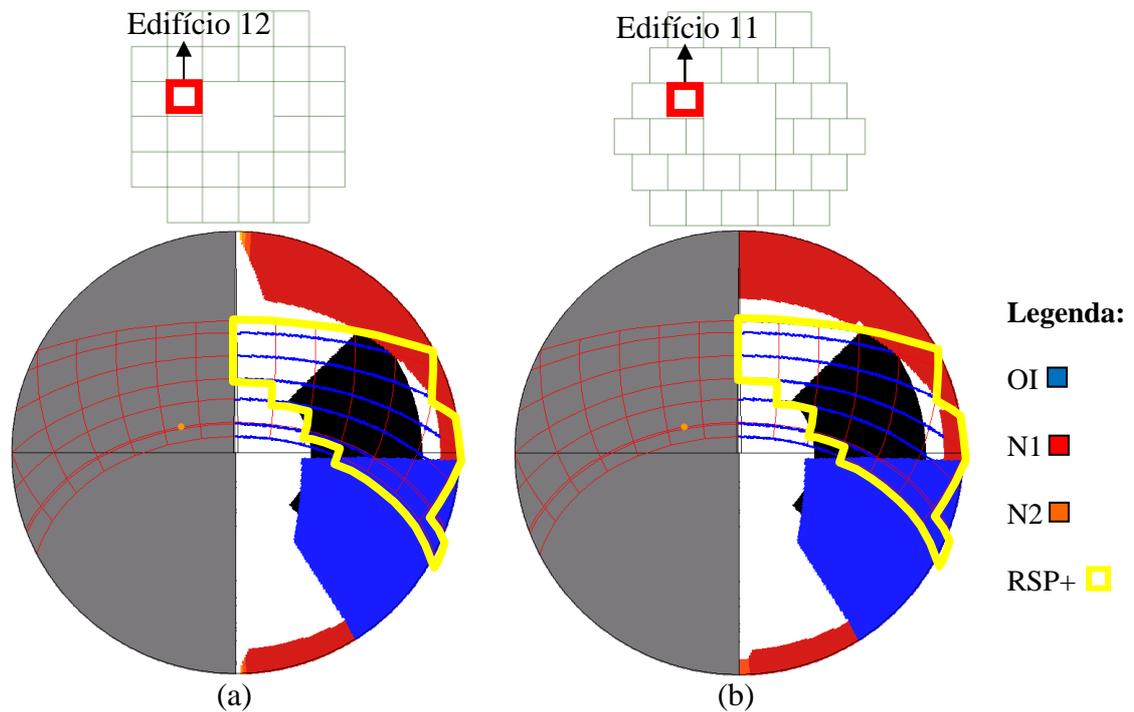


Figura 5.57: Máscaras do primeiro piso da edificação 12 com parcelamento regular (a) e 11 com parcelamento alternado (b)

Os cenários X_OIbaixo_regular e X_OIbaixo_alternado apresentam diferenças nas porcentagens de impactos do tipo NI e IN. Na figura 5.58 identificam-se maiores diferenças em detrimento do tipo de parcelamento e do tipo de cenário.

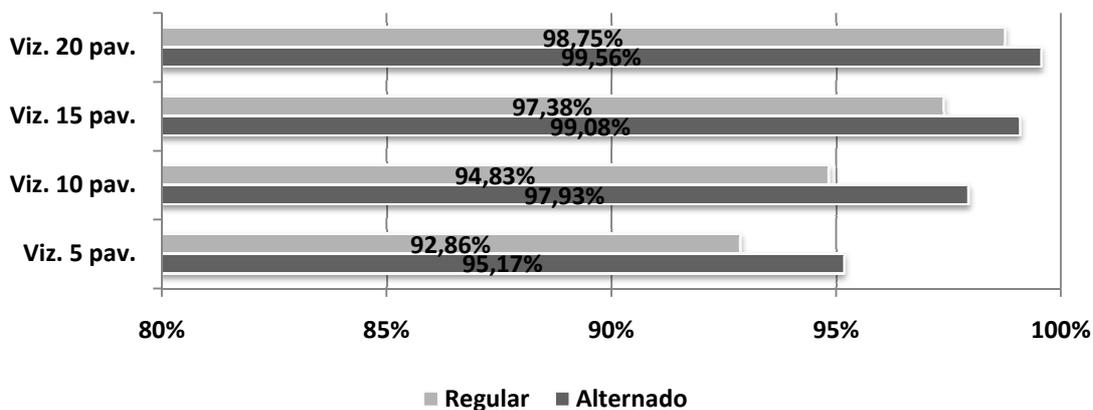


Figura 5.58: Comparação entre os quatro cenários contendo OI baixo e parcelamentos diferenciados em relação aos impactos do tipo NI e IN

As diferenças encontradas nos impactos devido ao tipo de parcelamento foram ilustradas; utilizou-se os cenários contendo dez pavimentos, que apresentaram a maior diferença (figura 5.57). Os diagramas apresentam consideráveis diferenças na quantidade de fachadas impactadas adversamente. As edificações com asterisco (figura 5.57b) possuem menos impactos adversos em virtude do distanciamento do OI. Além disso, elas não obstruem as edificações vizinhas como no outro exemplo (figura 5.57a) em virtude de estarem deslocadas umas das outras.

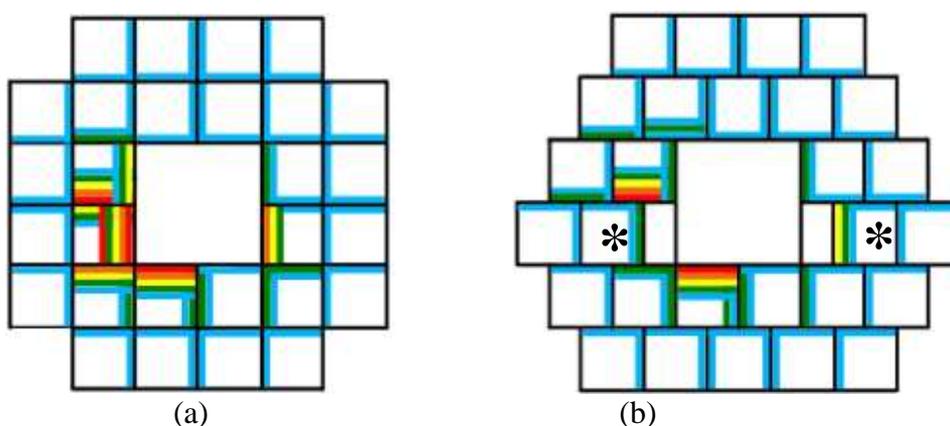


Figura 5.59: Diagramas de impactos do cenário 10_OI10_regular (a) e 10_OI10_alternado (b)

B.3) Comparações entre todos os cenários

Assim, como na avaliação dos impactos relativos à iluminação natural, os cenários regulares são os que obtiveram as maiores porcentagens de impactos adversos. Dentre eles, os cenários mais prejudicados foram os que contêm edificações com cinco pavimentos (5_OI20_regular e 5_OI10_regular). Os cenários 5_OI20_regular e 5_OI10_regular apresentaram, respectivamente, 2,98% e 7,14% de impactos adversos. Analisando-se apenas os níveis 1 e 2, comuns aos dois casos (tabela 5.5), observa-se que o cenário 5_OI10_regular permanece apresentando maior porcentagem de impactos adversos no nível 1. O OI mais baixo e com maior TO apresenta maior obstrução no nível 1, como verificado nas análises de mascaramento para a iluminação natural. Já no nível seguinte, esta porcentagem é bastante próxima, entretanto, o cenário 5_OI20_regular possui maior valor em virtude do OI ser mais alto e mais visível em um ponto da vizinhança (primeiro pavimento da fachada Sul do edifício 31 – legenda no Quadro C.17 do Anexo C). No cenário 5_OI10_regular o OI com dez pavimentos também é visível, mas representa impacto do tipo IN.

Tabela 5.5: Comparação entre os cenários 5_OI20_regular e 5_OI10_regular

Cenários \ Níveis	Impactos adversos N1	Impactos adversos N2
	5_OI10_regular	16,66%
5_OI20_regular	15%	1,5%

5.3.1.3. Considerações sobre os resultados dos cenários homogêneos

Existem semelhanças e diferenças nos resultados dos impactos verificados nos cenários homogêneos em relação a iluminação natural e a insolação.

Em relação às semelhanças, foram verificadas quatro:

- O nível um apresentou a maior porcentagem de impactos adversos, em virtude da maior proximidade do OI. Nos níveis mais afastados, a vizinhança obstrui mais ou menos o OI dependendo do cenário, reduzindo a possibilidade de se verificar impactos adversos.

- Os impactos do tipo NI são predominantes nos cenários, seguidos de impactos do tipo IN (com exceção do cenário 5_OI10_regular que possui mais impactos

do tipo Adversidade Considerável I que IN). Os dois tipos de impactos são verificados nos diagramas em grande quantidade, principalmente nos níveis 2, 3 e 4, em virtude do distanciamento do OI. Além disso, a porcentagem de impactos do tipo NI aumenta em direção aos cenários contendo edificações mais altas e com menor TO em todos os grupos.

- Os cenários com maior porcentagem de impactos adversos são os mesmos. A combinação entre parcelamento regular, edificações da vizinhança contendo cinco pavimentos e maior TO e OI contendo dez pavimentos e maior TO produziu a maior porcentagem de impactos adversos devido às maiores obstruções.

- A diferença nas porcentagens de impactos adversos devido ao parcelamento é mais significativa nos cenários contendo 5 pavimentos. No parcelamento alternando, a obstrução da vizinhança não é tão significativa em virtude da localização do ponto de análise. Em frente a este, na parte central, estão os afastamentos das edificações, proporcionando maior visibilidade do céu reduzindo os impactos adversos.

Em relação às diferenças, foram verificadas quatro:

- Distribuição dos impactos no diagrama. Os impactos relativos à iluminação apresentam simetria nos resultados, pois a disponibilidade de FLDV não depende da orientação, diferentemente da insolação.

- Distribuição dos impactos adversos nos níveis. A porcentagem de redução no parâmetro RSP+M foi utilizada para a determinação dos tipos de impactos. Portanto, nos níveis mais afastados a visibilidade do OI diminui, ou seja, a redução do parâmetro não se apresenta tão acentuada como nos níveis mais próximos. No caso da iluminação natural, além da redução dos valores de FLDV, o valor de 10% foi atribuído como mínimo. Desta forma, nos cenários com maior obstrução, uma pequena visibilidade do OI pode provocar impactos do tipo Adversidade Considerável I. Portanto, no caso da iluminação natural, em alguns cenários são verificados impactos adversos também nos níveis mais afastados do OI.

- Porcentagens de impacto adversos. Comparando-se o mesmo cenário, a porcentagem de impactos adversos para a iluminação é maior. Isto se deve por dois motivos: a avaliação dos impactos é feita através da redução e da atribuição de um valor mínimo do parâmetro e em função da maior vulnerabilidade, pois todas as fachadas possuem a mesma disponibilidade de FLDV.

- Efeito do aumento dos afastamentos laterais na redução dos parâmetros. Nos níveis 2, 3 e 4 o aumento dos afastamentos das edificações proporciona dois tipos de efeitos em relação aos impactos. No caso da iluminação natural e insolação, o aumento dos afastamentos nos cenários proporciona uma melhoria na disponibilidade dos parâmetros. Entretanto, em algumas fachadas presentes no nível 2, este aumento possibilita a visibilidade do OI sobre as horas de RSP+, resultando em impactos adversos.

5.3.2. Cenários heterogêneos

A partir dos resultados obtidos nos cenários homogêneos, foram selecionadas algumas combinações heterogêneas para complementar a análise. A maior quantidade de impactos adversos tanto para iluminação quanto para insolação foi verificada nos cenários que apresentaram parcelamento regular, OI contendo dez pavimentos e edificações na vizinhança contendo cinco pavimentos. Estas três características foram priorizadas na seleção destes novos cenários.

O objetivo principal foi a verificação dos impactos nos cenários com edificações de cinco pavimentos quando combinada com os outros três tipos de edificações (dez, quinze e vinte pavimentos) e com lotes desocupados. Para tanto, selecionaram-se dois tipos de composição com variações entre os níveis (ENI) e nos níveis (NNI).

Assim como nos cenários homogêneos, inicialmente foram analisados os impactos sobre a iluminação natural e, posteriormente, sobre a insolação. Os diagramas de impactos destes cenários em maior escala juntamente com a quantificação dos impactos encontra-se nos Apêndices D e E.

5.3.2.1. Impactos relativos à iluminação natural

Os resultados e análises dos impactos relativos à iluminação natural foram organizados conforme a figura 5.60.

Inicialmente foram analisados o grupo A1, que possui cenários contendo variações das edificações entre níveis (A.1.1 e A.1.2), e A2 que possui estas variações nos níveis (A.2.1). Em seguida, foram efetuadas comparações entre todos os cenários (B.1).

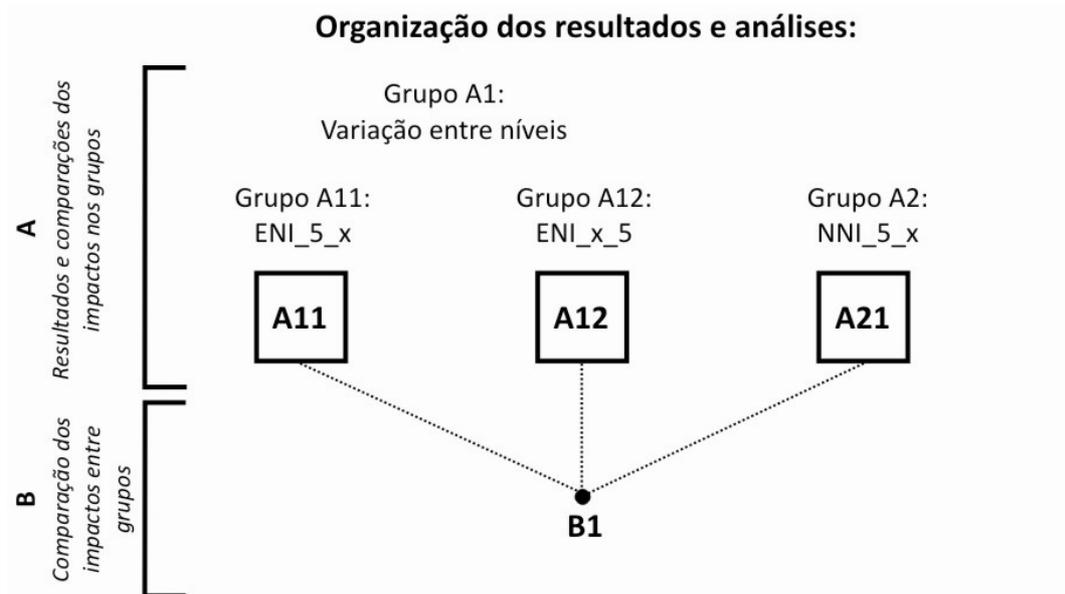


Figura 5.60: Organização dos resultados e análises relativos à iluminação natural

A.1. Variação entre níveis

Os cenários com variação entre níveis foram divididos em dois grupos. O grupo A.1.1, apresentado a seguir, possui as edificações com cinco pavimentos no nível 1. Já no grupo A.1.2, elas estão localizadas no nível 2.

A.1.1. Cenários: ENI_5_x

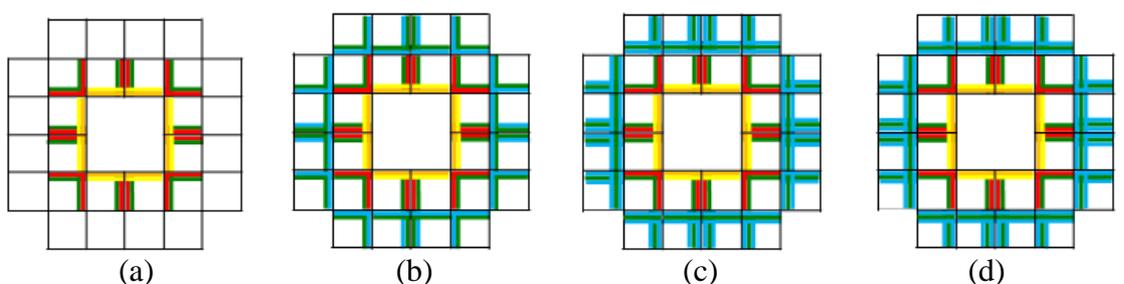
Os diagramas destes grupos apresentam a mesma distribuição de impactos e os mesmos tipos de impactos nos dois níveis, como pode-se observar na figura 5.61.

Apesar de possuírem os mesmos tipos de impactos nos diagramas, as suas porcentagens variam, conforme a figura 5.62 (o cenário está identificado na legenda pela altura da edificação que compõe a vizinhança no nível 2). Todos os tipos de impactos adversos reduzem a medida que o nível 2 é ocupado por edificações mais altas. Entretanto, neste caso, esta variação ocorre em virtude do aumento no número de pontos com impactos do tipo NI ou IN no nível dois, reduzindo os impactos adversos.

Esta constatação é ratificada pelo gráfico da figura 5.63. Nele estão os números de pontos com impactos adversos verificados apenas no primeiro nível. As diferenças são muito pequenas, verificadas apenas nos impactos do tipo Leve Adversidade II e III, ambos relativos às fachadas frontais ao OI. Os impactos são de

grau III até o quarto pavimento e de grau II no quinto pavimento para os cenários compostos com terrenos livres e por edificações contendo cinco pavimentos (dados extraídos do cenário homogêneo 5_OI10_regular). Já nos cenários compostos com edificações de 10, 15 e 20 pavimentos, os impactos de grau III são verificados até o terceiro pavimento. Portanto, a diferença nos tipos impactos está no quarto pavimento que pode ser observado nas máscaras dos cenários que apresentam impacto grau III (figuras 5.64a e 5.64b) e grau II (figuras 5.64c, 5.94d e 5.64e). A distância do ponto de análise até o OI não é alterada no nível 1 como ocorre nos cenários homogêneos à medida que as edificações da vizinhança reduzem os seus afastamentos. Portanto, neste caso, a obstrução do OI não é alterada, pois os pontos de análise no nível 1 são os mesmos.

Apesar da obstrução do OI não se alterar pelo fato dos pontos de análise serem os mesmos no nível 1, as edificações que possuem impactos adversos menores - grau II – tem a sua vizinhança mais obstruída (figuras 5.64c, 5.64d e 5.64e). Como a referência para o cálculo do impacto é a redução do FLDV, nestes casos, o FLDV anterior ao OI é inferior aos cenários contendo terrenos livres ou edificações com cinco pavimentos no nível 2. Como a referência de obstrução é maior, a redução no FLDV é menor, causando impactos de grau II.



Legenda:

NI		Leve Adv. I		Adv. Moderada I		Adv. Considerável I	
IN		Leve Adv. II		Adv. Moderada II		Adv. Considerável II	
		Leve Adv. III		Adv. Moderada III		Adv. Considerável III	
				Adv. Moderada IV		Adv. Considerável IV	

Figura 5.61: Diagramas de impactos dos cenários do grupo ENI_5_x relativos à iluminação natural: ENI_5_0 (a), ENI_5_10 (b), ENI_5_15 (c) e ENI_5_20 (d)

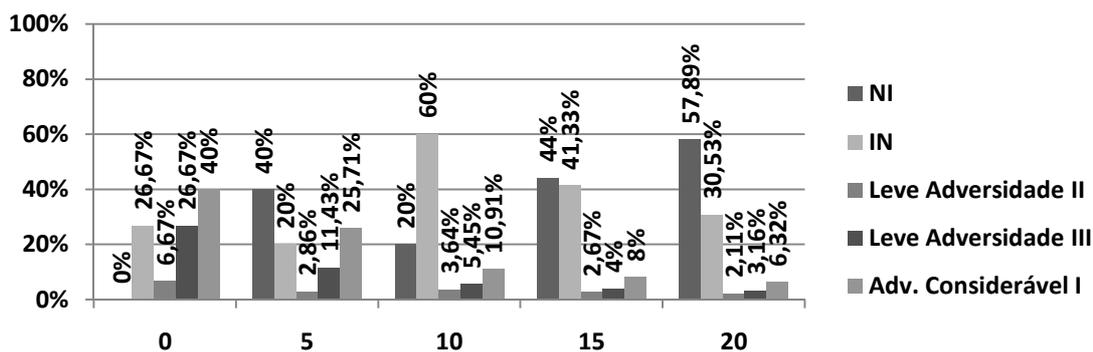


Figura 5.62: Porcentagens dos impactos na vizinhança

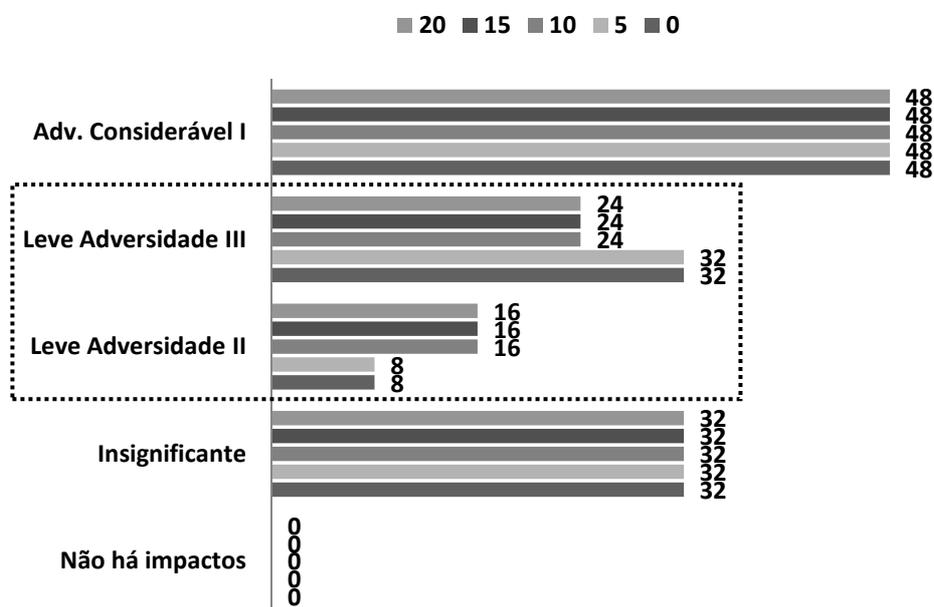


Figura 5.63: Comparação dos números de pontos com impactos adversos no nível 1

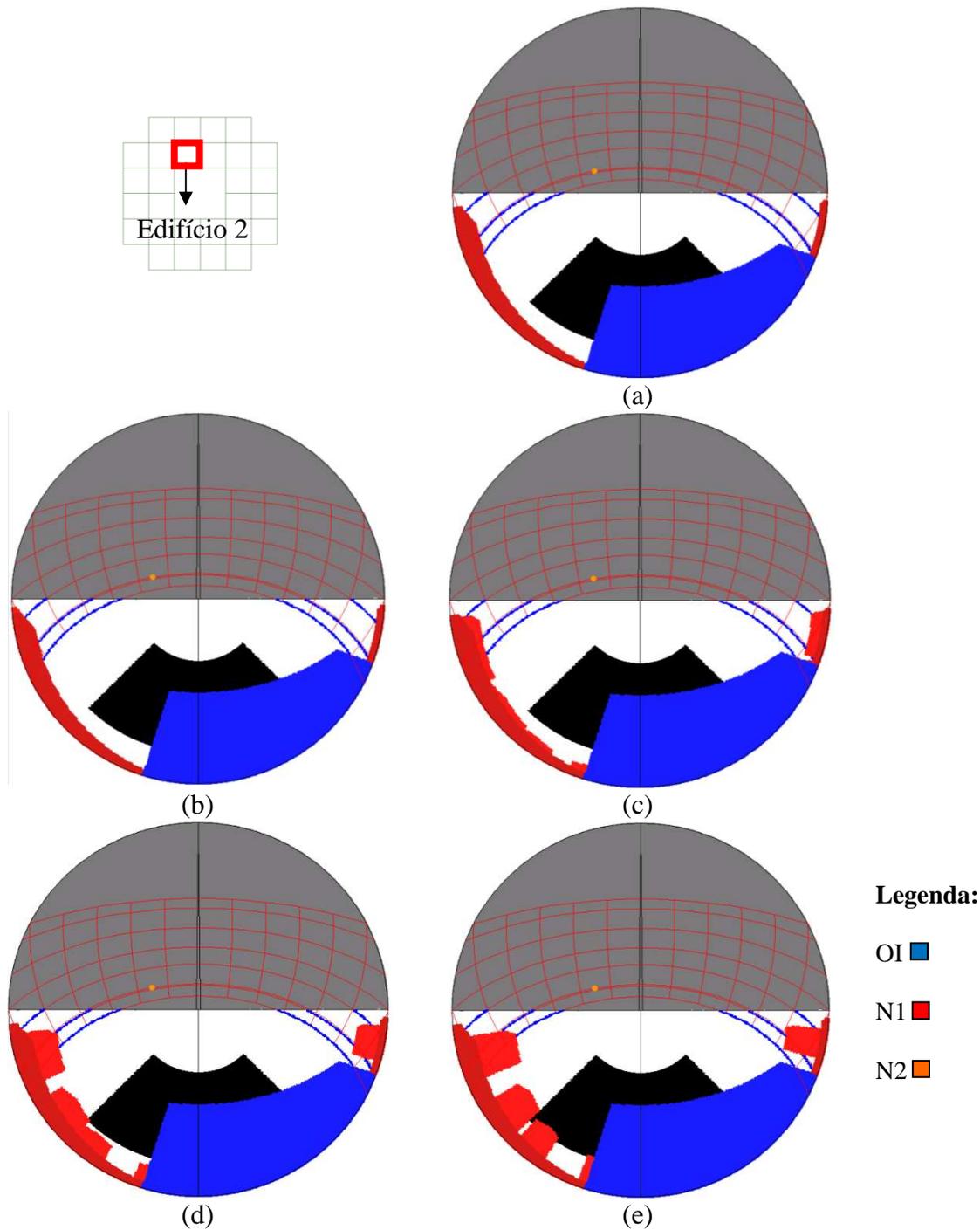


Figura 5.64: Máscaras do quarto pavimento das fachadas voltadas a Leste do edifício 2 representativo dos edifícios com fachadas frontais ao OI no nível 1

Ainda em relação ao nível 1, nota-se através das máscaras para as fachadas laterais que a obstrução do nível 2 tem pouca relevância nestes impactos (figura 5.65a - cenário ENI_5_0 e 5.65b - ENI_5_20).

No nível 2 observa-se que as fachadas frontais ao OI apresentam impactos do tipo NI (exemplo na figura 5.66a), pois não “enxergam” o OI nos primeiros

pavimentos e IN nos pavimentos mais altos (exemplo na figura 5.66b). Nos cenários contendo edificações de 15 e 20 pavimentos na composição, estes impactos voltam a ser NI nos últimos pavimentos.

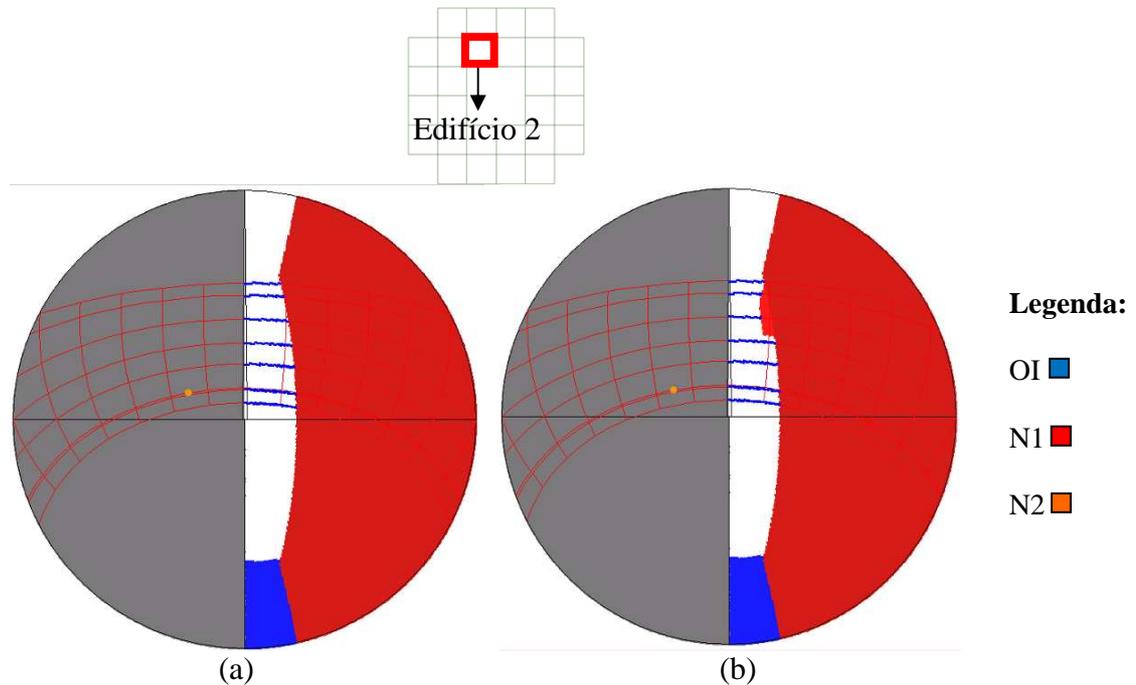


Figura 5.65: Máscaras do primeiro pavimento da fachada Leste da edificação número 2 para os cenários ENI_5_0 e ENI_5_20

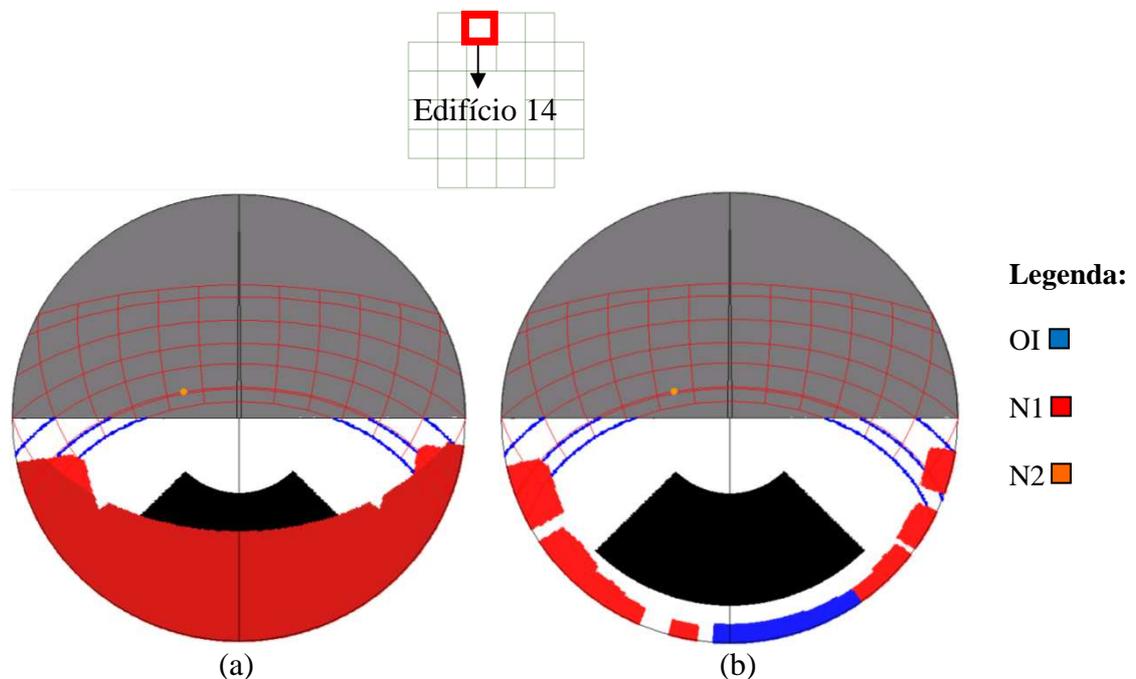
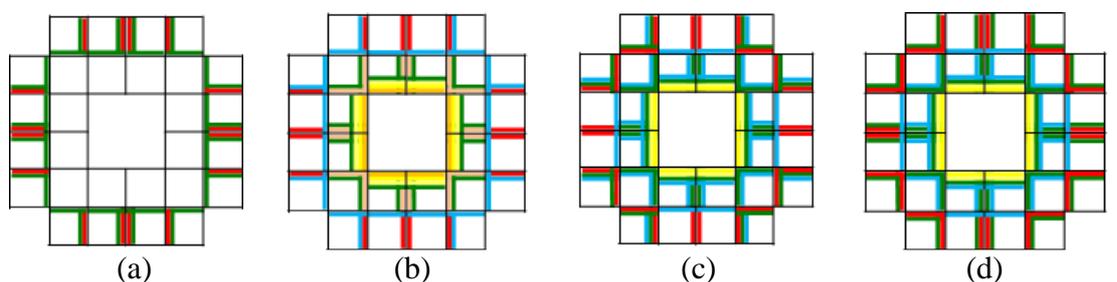


Figura 5.66: Máscaras do primeiro pavimento e sétimo da fachada Sul da edificação número 14 para o cenário ENI_5_15

A.1.2. Cenários: ENI_x_5



Legenda:

NI	—	Leve Adv. I	—	Adv. Moderada I	—	Adv. Considerável I	—	IN
IN	—	Leve Adv. II	—	Adv. Moderada II	—	Adv. Considerável II	—	—
		Leve Adv. III	—	Adv. Moderada III	—	Adv. Considerável III	—	—
				Adv. Moderada IV	—	Adv. Considerável IV	—	—

Figura 5.67: Diagramas de impactos dos cenários do grupo ENI_x_5 relativos à iluminação natural: ENI_0_5 (a), ENI_10_5 (b), ENI_15_5 (c) e ENI_20_5 (d)

Os cenários do tipo ENI_x_5 possuem as edificações com cinco pavimentos no nível 2. Na figura 5.67 identificam-se diferenças nos tipos de impactos nos dois níveis, diferentemente do caso anterior.

Os impactos do nível 1 para as fachadas frontais ao OI (figuras 6.67b, 6.67c e 6.67d) apresentam os mesmos impactos dos cenários homogêneos com suas edificações correspondentes (ENI_5_10 – 10_OI10_regular, ENI_5_15 – 15_OI10_regular e ENI_5_20 – 20_OI10_regular). Nas fachadas laterais do nível 1, as obstruções do cenário ENI_10_5 produzem impactos adversos nos primeiros pavimentos, diferentemente dos cenários ENI_15_5 e ENI_20_5 (exemplo de máscaras para o primeiro pavimento dos três cenários na figura 5.68).

A distribuição dos impactos no nível 2 para as fachadas laterais são adversos, mesmo quando o nível 1 não está ocupado. Com a ocupação, a maioria das fachadas frontais são obstruídas, não havendo impacto (NI). Entretanto as edificações número 13, 16, 17, 20, 21 e 24 dos cenários ENI_15_5 e ENI_20_5 apresentam impactos adversos nesta condição, como pode ser verificado nos exemplos das máscaras para o primeiro pavimento da edificação 13 (figura 5.69).

A quantificação dos impactos é observada na figura 5.70. As mesmas observações em relação às porcentagens dos impactos do tipo NI e IN no cenário anterior sobre a influência no número de pontos analisados nos diferentes cenários, servem para este caso também (5.70).

Em relação aos demais impactos, o tipo Leve Adversidade I apresenta um aumento em direção aos cenários contendo edificações mais altas no nível 1 (figura 5.71). Já o tipo Leve adversidade II apresenta magnitudes reduzidas em todos os casos. O tipo Leve Adversidade III eleva-se até os cenários contendo edificações de dez pavimentos e decresce nos cenários com edificações mais altas.

Em relação aos impactos relativos ao nível 2, pode ser verificada uma linearidade decrescente nos impactos do tipo NI (figura 5.71) em direção aos cenários compostos com edificações mais altas e maiores afastamentos em virtude na redução da obstrução. As obstruções causadas pelas diferentes edificações ocupando o nível 1 produzem variações nos impactos Insignificantes e adversos sem linearidade.

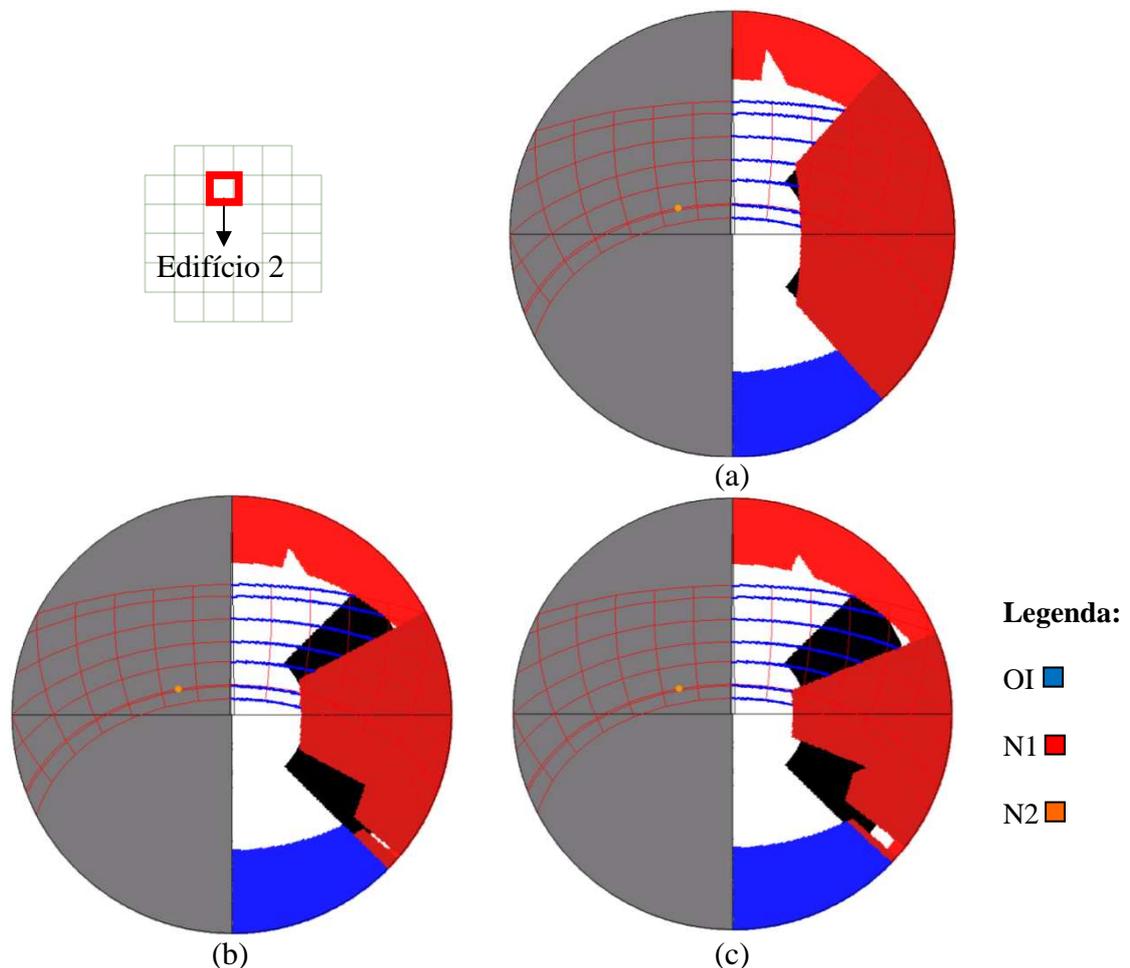


Figura 5.68: Máscaras do primeiro pavimento da fachada Leste da edificação número 2 para o os cenário ENI_10_5 (a), ENI_15_5 (b) e ENI_20_5 (c)

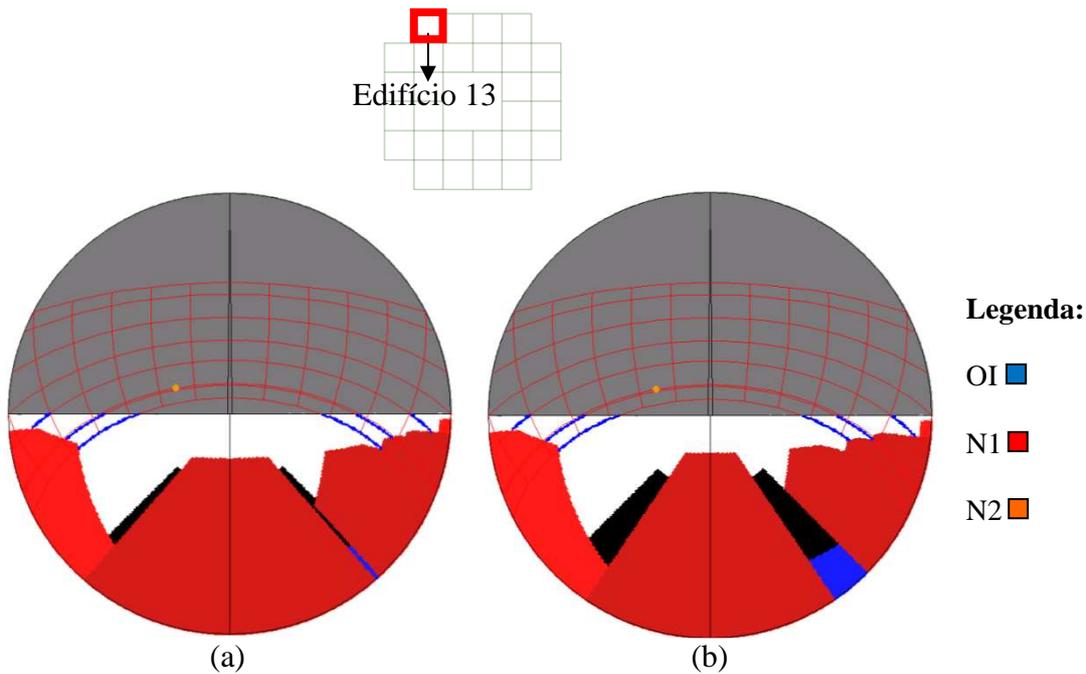


Figura 5.69: Máscaras do primeiro pavimento da fachada sul da edificação número 13 para os cenários ENI_15_5 e ENI_20_5

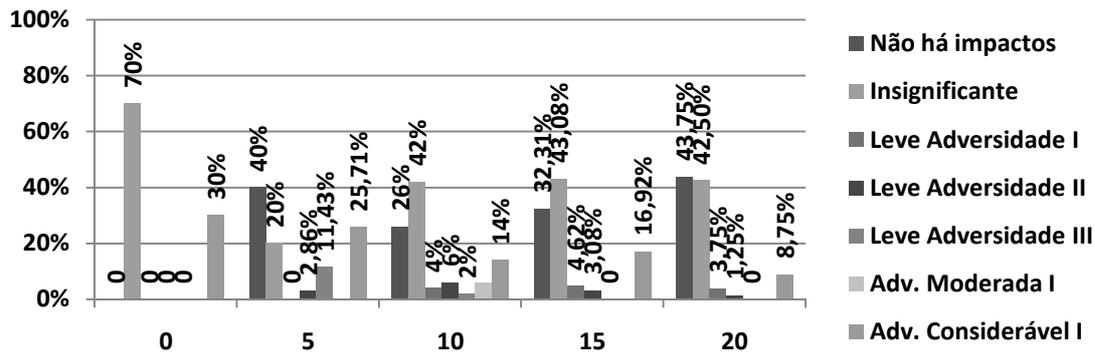


Figura 5.70: Porcentagens dos tipos de impactos

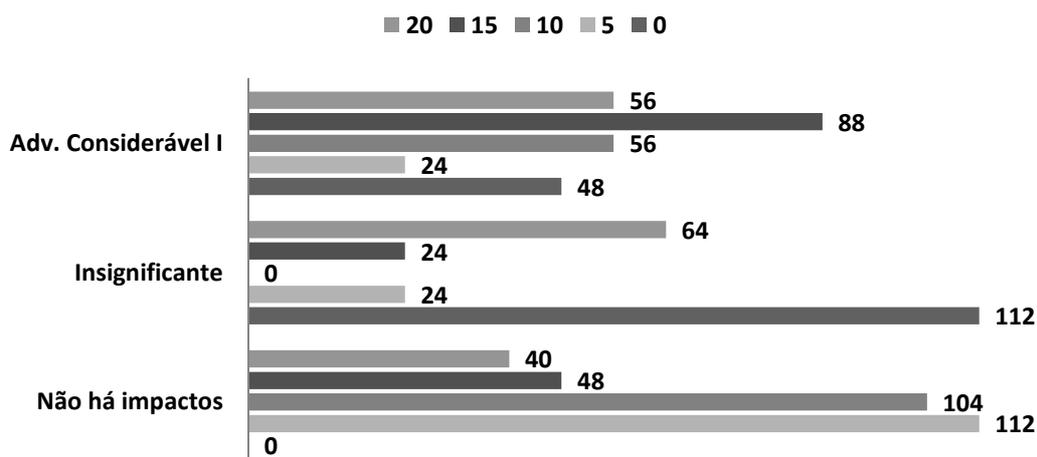


Figura 5.71: Número de pontos e seus respectivos impactos para o nível 2

Os cenários deste grupo apresentaram obstruções entre o OI e as edificações mais baixas localizadas no nível dois. Por esta razão, em virtude dos diferentes tipos de ocupação do nível 1, faz-se necessário avaliar a disponibilidade de luz natural nas edificações do nível 2. Na tabela 5.6, observam-se os valores médios de FLDV encontrados. Eles são maiores com o nível um desocupado, obviamente, reduzindo pela metade se tiverem a mesma ocupação vizinha. Em seguida, os valores do cenário com edificações de vinte pavimentos chegam próximos ao limite de FLDV. Já os cenários contendo edificações vizinhas de dez e quinze pavimentos apresentam como média valores abaixo de 10%.

Tabela 5.6: Valores médios de FLDV no nível dois antes e depois do OI

	0	5	10	15	20
Antes	25,065%	12,373%	9,209%	9,764%	10,348%
Depois	23,754%	12,361%	9,202%	9,746%	10,283%

A.2. Variação nos níveis

A.2.1. Cenários: NNI_5_x

A variação nos níveis foi produzida através da alternância entre edificações contendo 5 pavimentos e os demais tipos de ocupação (sem ocupação e ocupação com edificações de 10, 15 e 20 pavimentos). A composição dos cenários apresentou simetria

na direção transversal proveniente da composição neste tipo de parcelamento (figura 5.72).

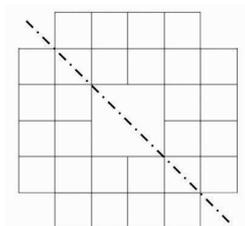
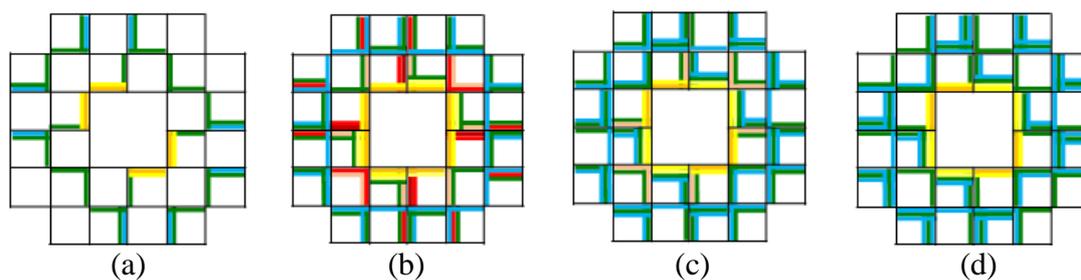


Figura 5.72: Simetria dos cenários

No cenário NNI_5_0 pode-se perceber a ausência de impactos adversos nas divisas das edificações em função do aumento dos afastamentos entre as edificações pelo fato do terreno estar desocupado (figura 5.73a). Já no cenário NNI_5_10, estes impactos são vistos em função do aumento da obstrução (figura 5.73b).

Nos cenários NNI_5_15 e NNI_5_20, apesar do aumento na altura, a redução na taxa de ocupação favorece a redução dos impactos adversos consideravelmente (figura 5.73c e 5.73d). Além disso, nos cenários contendo edificações de 10, 15 e 20 frontais a uma edificação de cinco (nível 2), os pavimentos inferiores sofrem impactos do tipo NI em função da obstrução.

Nas fachadas frontais ao OI de todos os cenários (nível 1), são verificados apenas impactos do tipo Leve, como nos cenários homogêneos.



Legenda:

NI	Leve Adv. I	Adv. Moderada I	Adv. Considerável I	
IN	Leve Adv. II	Adv. Moderada II	Adv. Considerável II	
	Leve Adv. III	Adv. Moderada III	Adv. Considerável III	
		Adv. Moderada IV	Adv. Considerável IV	

Figura 5.73: Diagramas de impactos dos cenários do grupo NNI_5_x relativos à iluminação natural: NNI_5_0 (a), NNI_5_10 (b), NNI_5_15 (c) e NNI_5_20 (d)

Em relação às porcentagens por tipo de impacto, nota-se que existem uma gradação dos impactos adversos (figura 5.74). Eles diminuem com o aumento da altura das edificações que compõe a vizinhança.

Em relação aos impactos adversos sofridos apenas pelas edificações contendo cinco pavimentos, observa-se na figura 5.75 que, de maneira geral, eles possuem uma tendência a redução à medida que edificações mais altas fazem parte da vizinhança.

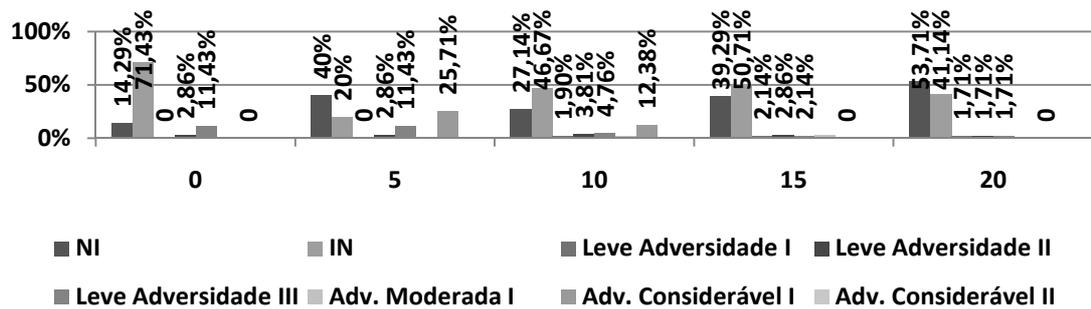


Figura 5.74: Porcentagens de impactos nos cenários

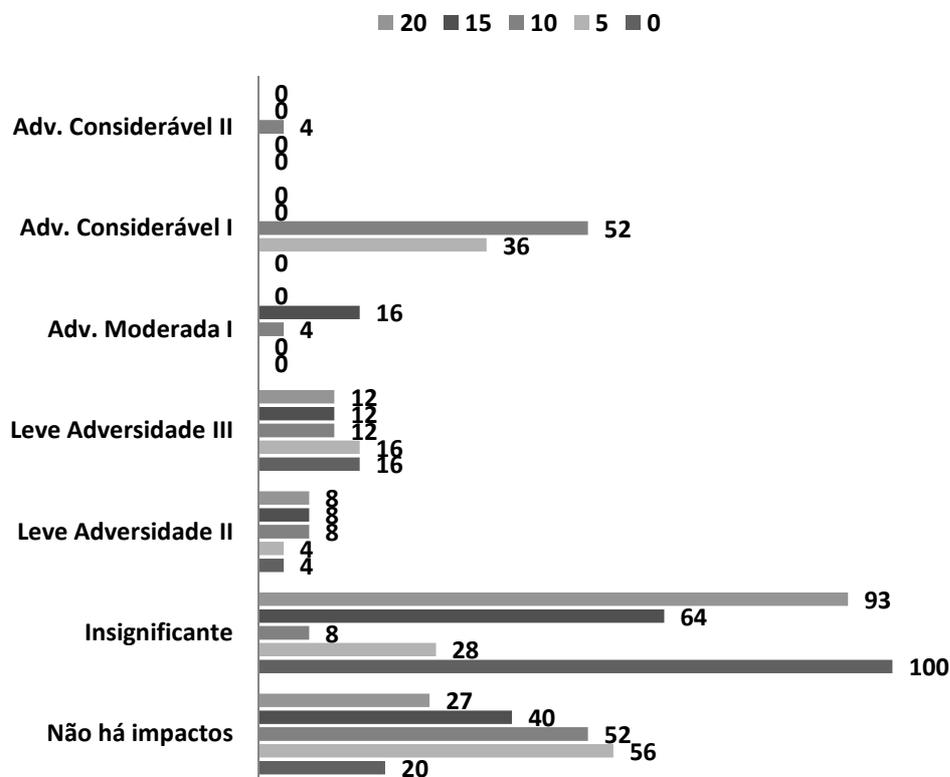


Figura 5.75: Impactos verificados nas edificações com 5 pavimentos

B.1. Comparação entre todos os cenários

Comparando-se a soma dos impactos do tipo NI e IN dos grupos A.1.1, A.1.2 e A.2.1 nota-se que apenas os cenários do tipo ENI_5_x (grupo A.1.1) apresentam uma tendência crescente em direção ao aumento do número de pavimentos das edificações vizinhas. Os demais apresentam a mesma tendência crescente somente a partir do cenário contendo edificações vizinhas de 5 pavimentos. A maior influência nas obstruções presentes nestes cenários, de acordo com a localização das edificações que as compõe (no nível 1 para o cenário ENI_x_5 e nos níveis para o cenário NNI_5_x), faz com que o cenário livre de edificações possua porcentagens elevadas destes impactos.

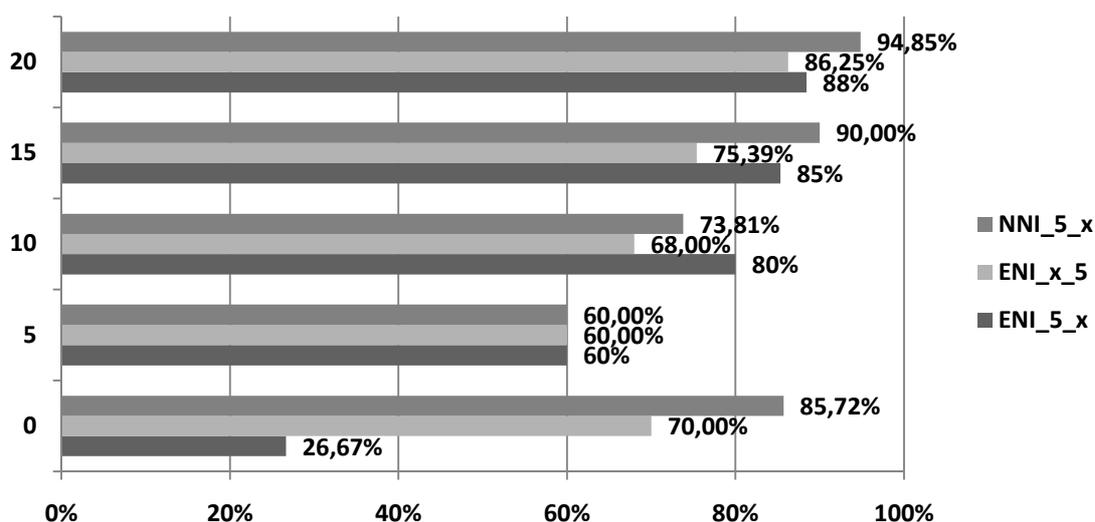


Figura 5.76: Comparações dos impactos do tipo NI e IN dos cenários A1.1, A.1.2 e A.2.1

5.3.2.2. Impactos relativos à insolação

A organização dos resultados e análises dos impactos relativos à insolação segue o mesmo padrão utilizado para a iluminação natural (figura 5.60).

A.1. Variação entre níveis

A.1.1. Cenários: ENI_5_x

Os tipos de impactos verificados nos cenários do tipo ENI_5_x são muito semelhantes, como verificado na iluminação natural (figura 6.73). Em todos os casos, o nível 1 possui os mesmos tipos de impactos, não sendo influenciados de maneira significativa pelas obstruções dos edifícios mais altos. O segundo nível apresenta apenas impactos do tipo NI e IN. Os primeiros pavimentos são obstruídos pelas edificações do nível um. Os demais pavimentos “enxergam” o OI, mas as reduções nos valores de RSP+M não são maiores que 20%.

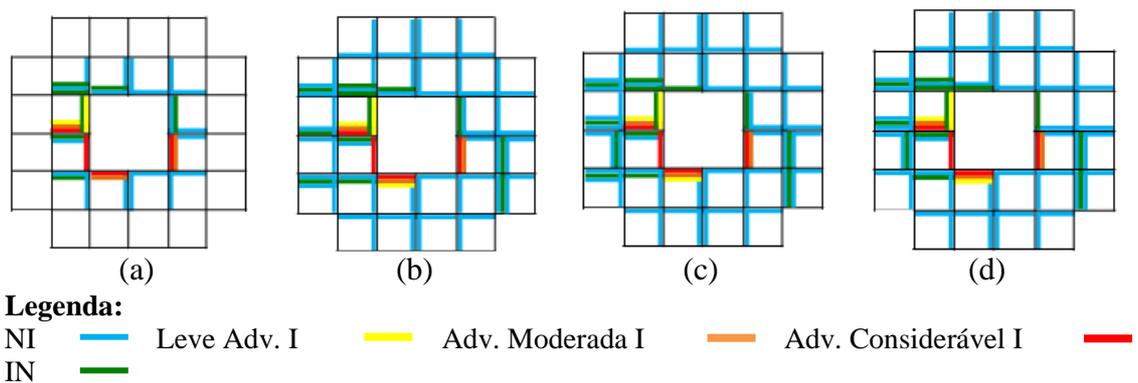


Figura 5.77: Diagramas de impactos dos cenários do grupo ENI_5_x relativos à insolação: ENI_5_0 (a), ENI_5_10 (b), ENI_5_15 (c) e ENI_5_20 (d)

Em relação à quantificação dos impactos, nota-se que a tendência continua sendo a mesma dos tipos de impactos verificados. Apesar da figura 5.78 indicar uma tendência de redução dos impactos adversos em direção aos edifícios mais altos, a utilização da porcentagem distorceu os dados. Observando a figura 5.79, nota-se que os impactos sofridos pelas edificações no nível praticamente não sofrem alteração.

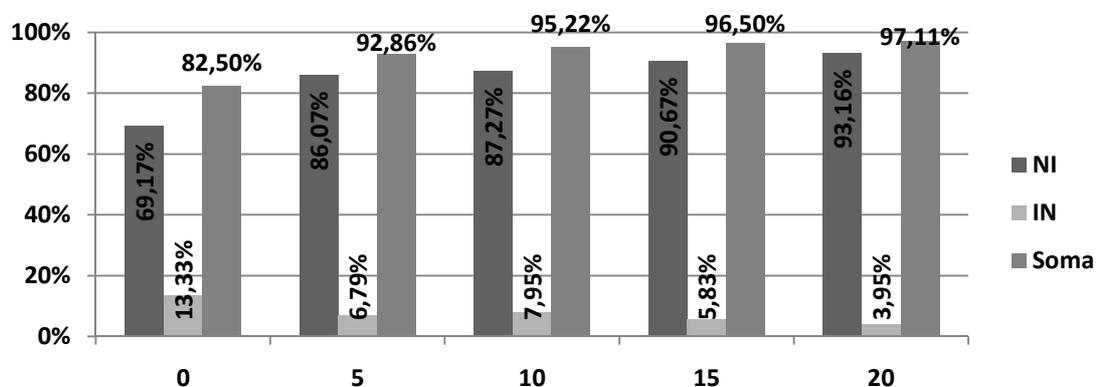


Figura 5.78: Porcentagem de impactos dos cenários

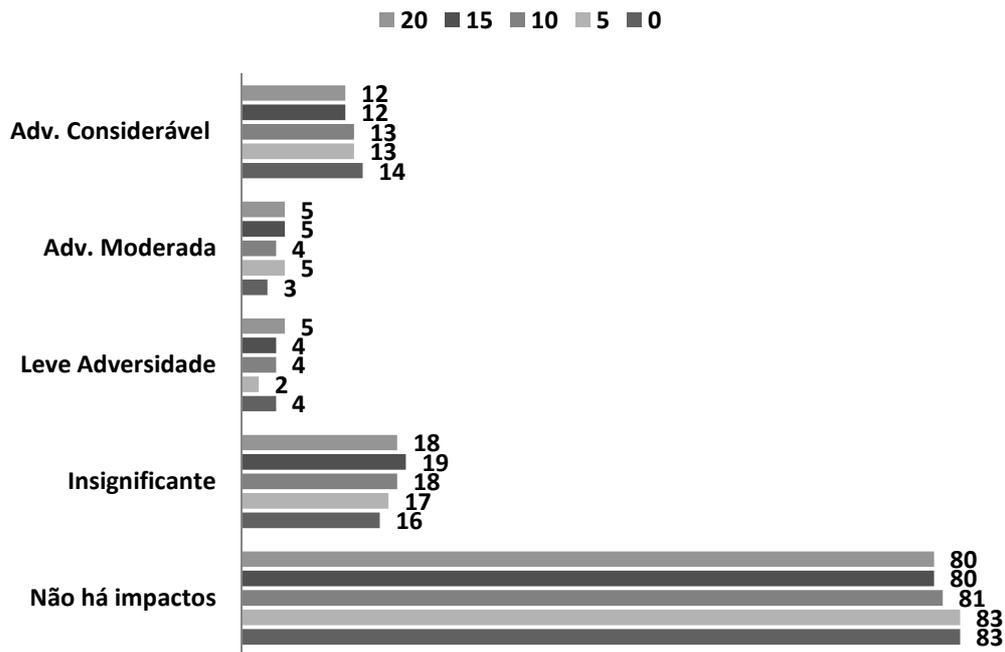


Figura 5.79: Comparações dos impactos adversos no nível 1

A.1.2. Cenários: ENI_x_5

Os cenários do tipo ENI_x_5 apresentam impactos adversos apenas no nível 1 (figura 5.80), isto é, nas edificações que variam a sua altura e TO de acordo com o cenário. O nível 2 apresenta impactos do tipo NI e IN pelo fato de praticamente o OI não influenciar devido às obstruções do nível 1.

No cenário ENI_0_5 são verificados apenas impactos nulos e insignificantes (figura 5.80a) em virtude do distanciamento do OI. Nos cenários com edifícios de dez e quinze pavimentos no nível um, observam-se as maiores variações nos tipos de impactos (figuras 5.80b e 5.80c). Esta variação é reduzida no cenário ENI_0_20 (figura 5.80d). Estas características em relação à distribuições dos impactos são as mesmas verificadas nos cenários homogêneos correspondentes a estas edificações (10_OI10_regular, 15_OI10_regular e 20_OI10_regular).

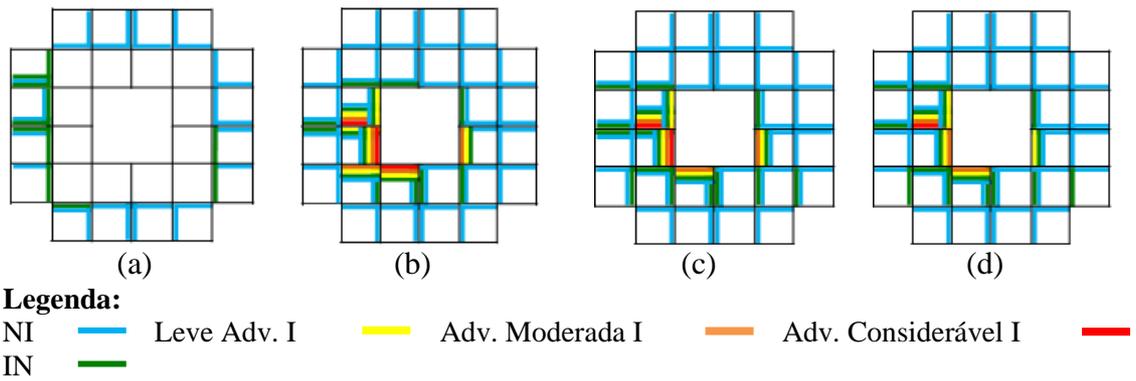


Figura 5.80: Diagramas de impactos dos cenários do grupo ENI_x_5 relativos à insolação: ENI_0_5 (a), ENI_10_5 (b), ENI_15_5 (c) e ENI_20_5 (d)

A quantificação dos impactos através de porcentagens é praticamente a mesma (figura 5.81) . Apenas o cenário composto com edificações de 5 pavimentos nos dois níveis (cenário homogêneo) possuem diferenças nos valores, pois os impactos adversos consideráveis são maiores.

Entretanto, em termos de valores absolutos, algumas tendências são verificadas no nível dois (figura 5.82). Conforme as edificações vizinhas ao nível dois aumentam a sua altura, alguns dos impactos NI são substituídos por IN, em virtude da visibilidade do OI.

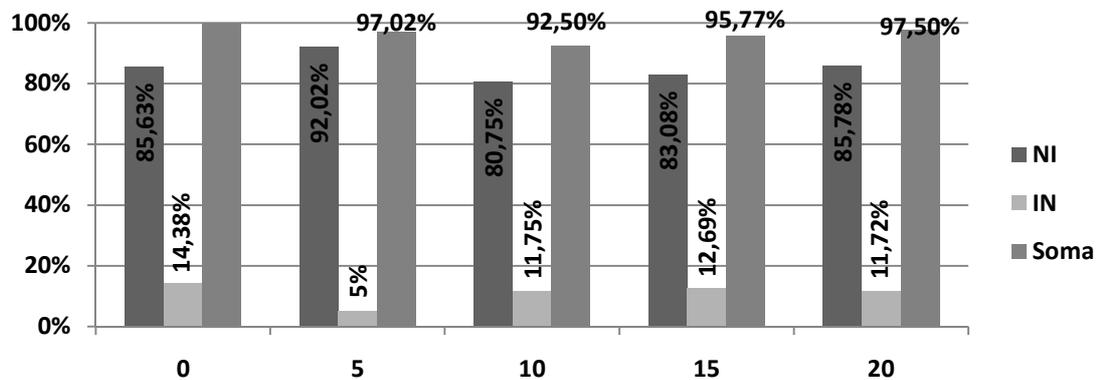


Figura 5.81: Porcentagens e impactos nos cenários

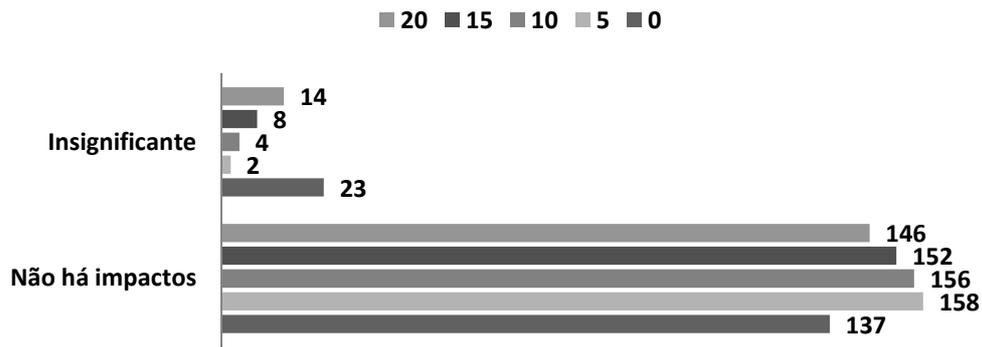


Figura 5.82: Impactos verificados no nível 2

Para ilustrar as obstruções causadas no nível 2 pelas edificações mais altas escolheu-se a edificação número 25. Nota-se que com o nível 1 desocupado (figura 5.83a) a visibilidade das RSP+ é grande se comparada aos demais casos, principalmente, à composição com edificações de dez pavimentos (figura 5.83b).

Em relação à disponibilidade de insolação no nível dois, nota-se que os cenários contendo edificações com dez pavimentos é o que apresenta maiores reduções (tabela 5.7).

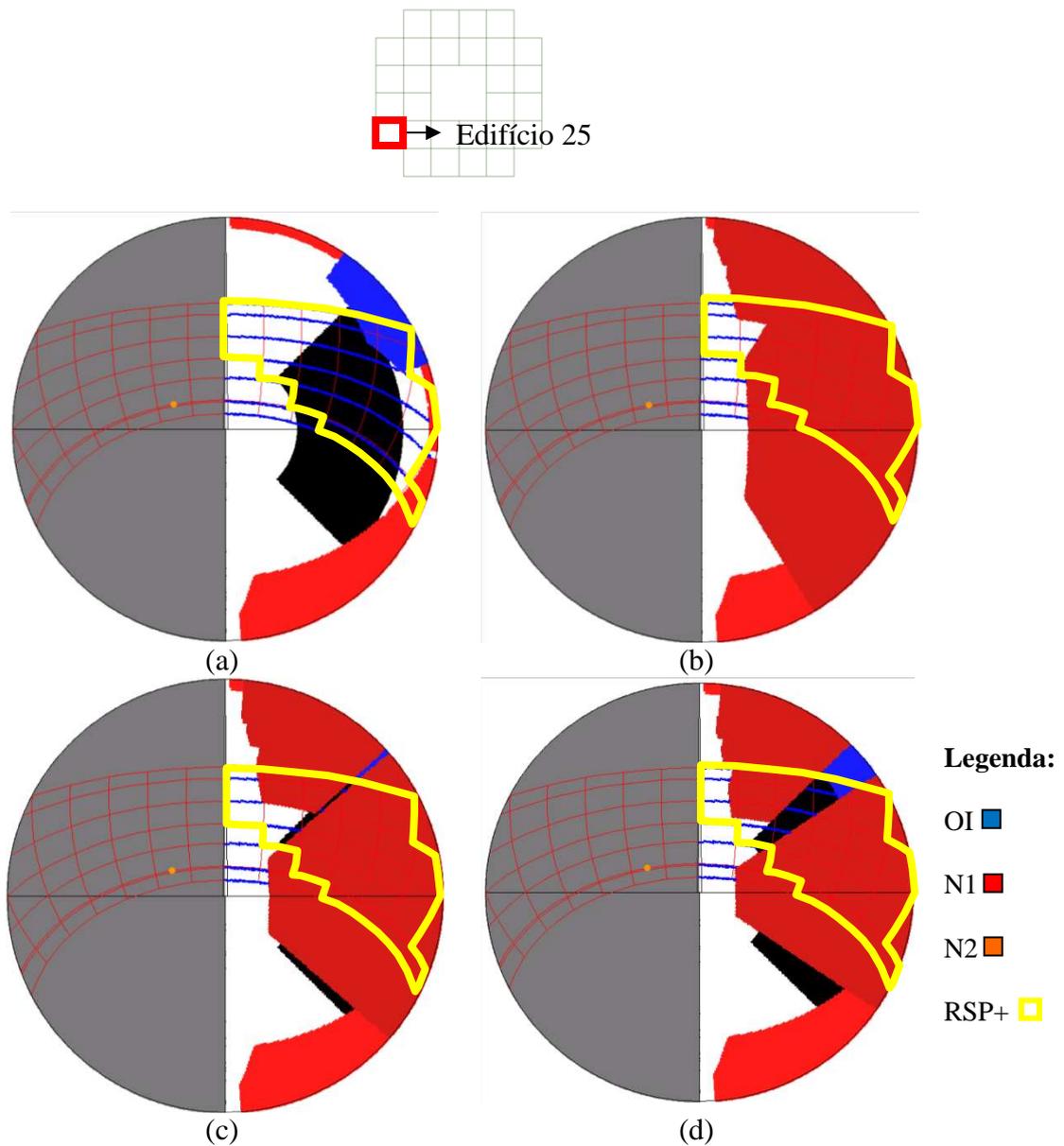


Figura 5.83: Máscaras da fachada Leste do primeiro pavimento do edifício número 25 para os cenários ENI_0_5 (a), ENI_10_5 (b), ENI_15_5 (c) e ENI_20_5 (d)

Tabela 5.7: Valores médios de RSP+M no nível dois antes e depois do OI

	0	5	10	15	20
Antes	259,07	169,34	146,54	166,79	191,21
Depois	258,10	170,06	147,09	167,09	191,11

A.2. Variação nos níveis

A.2.1. Cenários: NNI_5_x

Os cenários do tipo NNI_5_x apresentam poucas diferenças nos tipos de impactos quando compostos com edificações mais baixas (figura 5.84). Na composição com terrenos livres, observam-se apenas duas fachadas contendo impactos adversos (figura 5.84a) que são verificados nos demais cenários (figuras 5.84b, 5.84c e 5.84d). Estas fachadas estão orientadas a Oeste e Sul, cuja a disponibilidade de RSP+ é muito pequena.

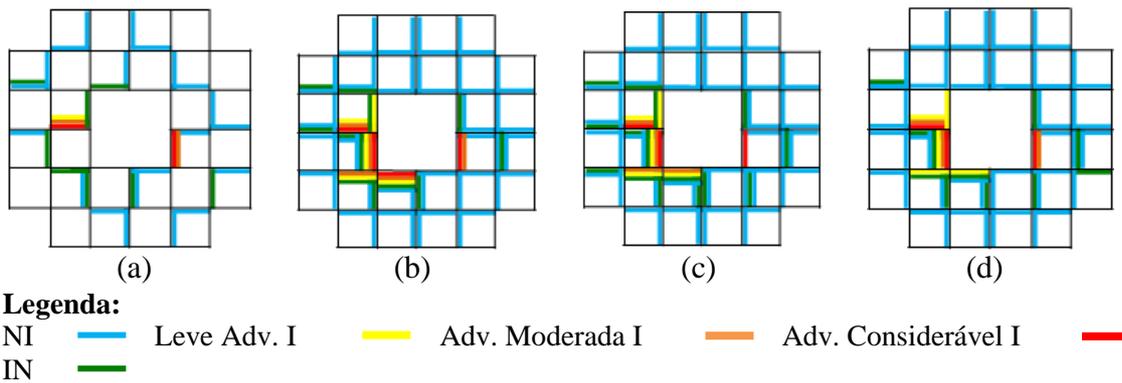


Figura 5.84: Diagramas de impactos dos cenários do grupo NNI_5_x relativos à insolação: NNI_5_0 (a), NNI_5_10 (b), NNI_5_15 (c) e NNI_5_20 (d)

Estas fachadas foram analisadas através de máscaras para todos os cenários do grupo (figuras 5.85 e 5.86). Apesar das alturas das edificações aumentarem, o OI continua obstruindo boa parte das RSP+. Entretanto, nota-se que as obstruções da JCP são diferentes, afetando a disponibilidade de iluminação natural.

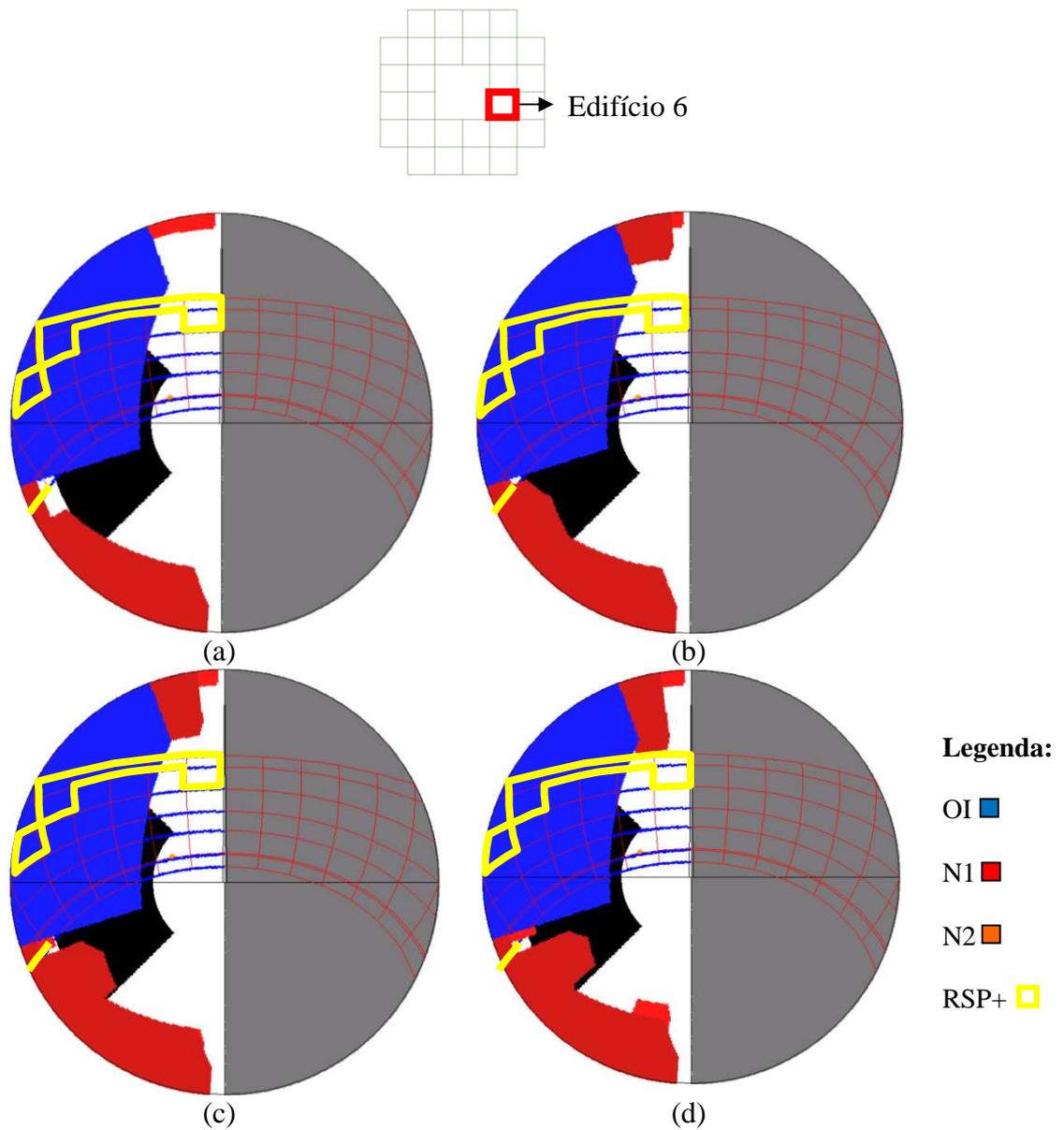


Figura 5.85: Máscaras do primeiro piso da fachada Oeste do edifício 6 para os NNI_5_0 (a), NNI_5_10 (b), NNI_5_15 (c) e NNI_5_20 (d)

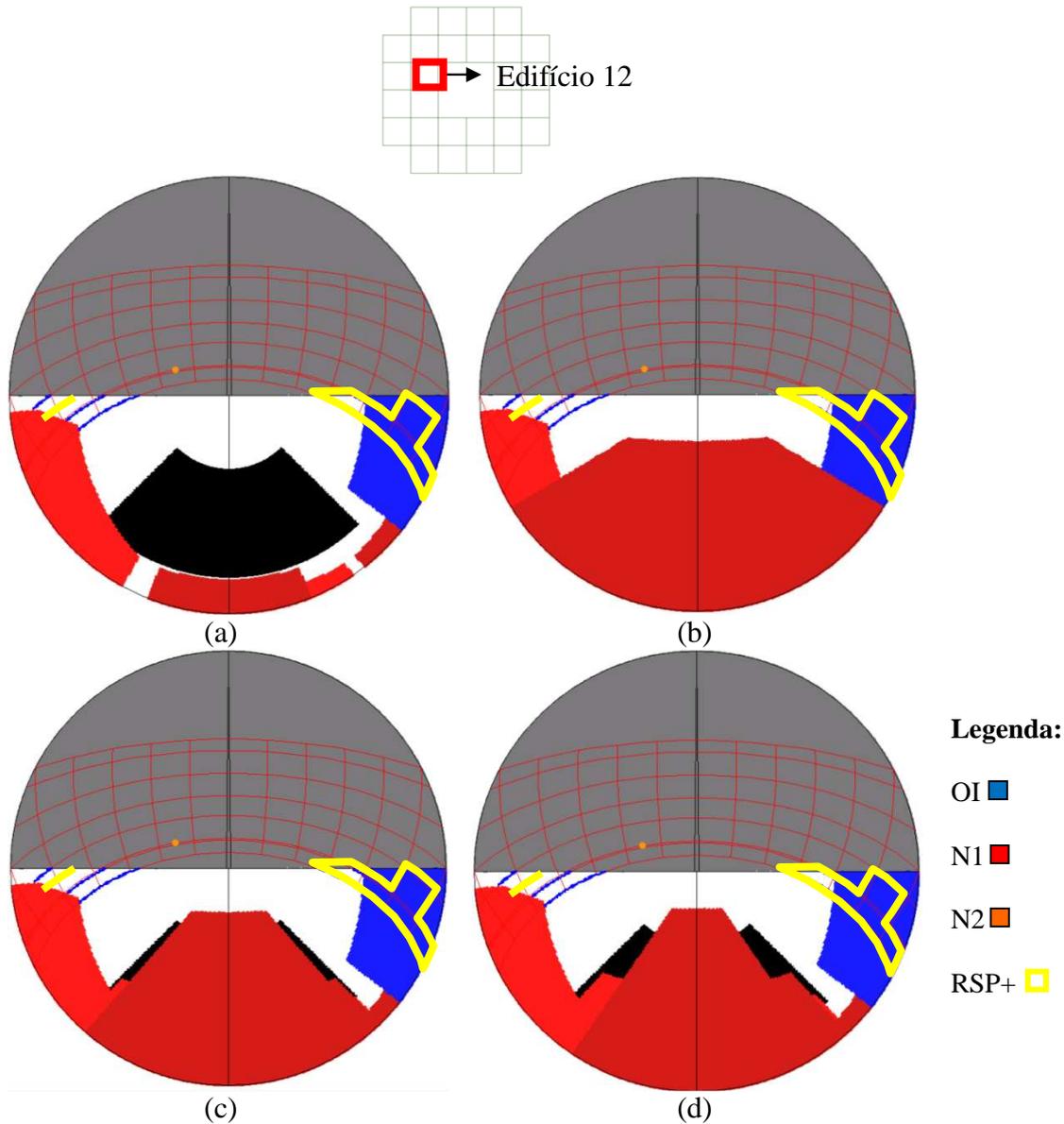


Figura 5.86: Máscaras do primeiro piso da fachada Sul do edifício doze para os cenários NNI_5_0 (a), NNI_5_10 (b), NNI_5_15 (c) e NNI_5_20 (d)

Na figura 5.87 observa-se que a quantificação de impactos nos cenários não apresenta grandes diferenças. A figura 5.88 confirma esta mesma tendência para os impactos dos edifícios presentes no nível dois (5 pavimentos).

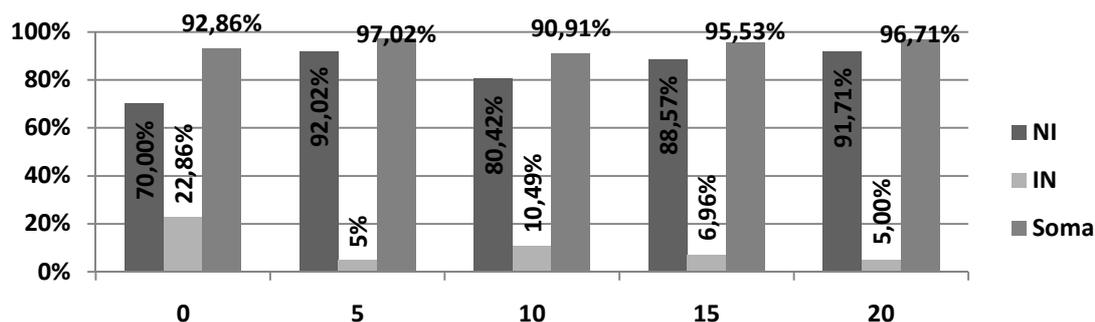


Figura 5.87: Porcentagens de todos os impactos dos cenários deste grupo

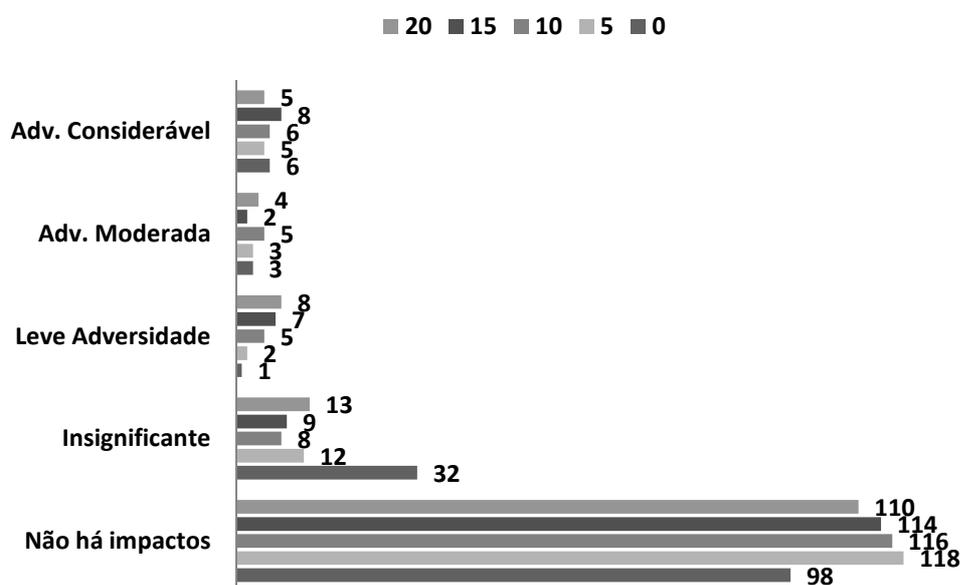


Figura 5.88: Número de pontos e tipos de impactos verificados nas edificações mais baixas

B.1. Comparação entre todos os cenários

Comparando-se os impactos do tipo NI e IN de todos os cenários dos grupos A.1.1, A.1.2 e A.2.1, nota-se que as variações não são significativas em termos de porcentagem (figura 5.89). Da mesma forma que a iluminação natural, a única tendência de aumento destes impactos é verificada nos cenários do tipo ENI_5_x. Nos outros grupos de cenários (ENI_x_5 e NNI_5_x) é possível identificar uma pequena queda destes impactos nos cenários contendo edificações vizinhas de 10 pavimentos, que possuem uma situação intermediária entre as alturas e taxa de ocupação fixadas para os cenários. Além disso, seus pontos de análise estão um pouco mais a frente que os pontos das edificações contendo quinze e vinte pavimentos. Por esta razão, este tipo de

edificação obstrui no sentido vertical praticamente como as edificações mais altas, mas também possui uma grande obstrução horizontal.

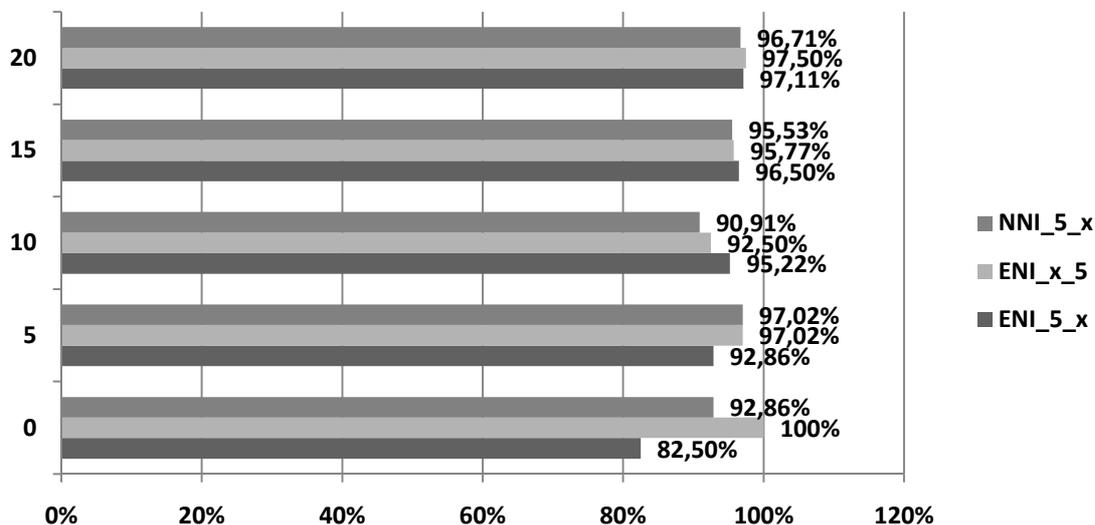


Figura 5.89: Comparações dos impactos do tipo NI e IN dos cenários A1.1 , A1.2 e A.2.1

5.3.2.3. Considerações sobre os resultados dos cenários heterogêneos

A influência da composição dos cenários ENI_5_x, ENI_x_5, ENI_x_5 nos impactos relativos à iluminação natural e insolação foram semelhantes.

Nos cenários do grupo ENI_5_x observou-se a mesma distribuição dos impactos em todos os cenários para os dois recursos naturais. Em relação à quantificação dos impactos no mesmo nível, as diferenças foram muito pequenas, ou seja, a influencia das edificações neste nível é reduzida.

No nível 2 dos mesmos cenários verificou-se impactos do tipo NI e IN, de acordo com a visibilidade do OI e, no caso da insolação, a sobreposição do mesmo com as RSP+. Em geral, os primeiros pavimentos apresentaram impactos do tipo NI, seguidos de IN nos superiores. No caso da iluminação natural, para os cenários compostos com edificações de 15 e 20 pavimentos, impactos do tipo NI são vistos também nos últimos pavimentos (primeiros pav. – NI, pav. intermediários – IN e últimos pav. – NI).

Já nos cenário do grupo ENI_x_5, verificam-se algumas influências nos impactos adversos devido a diferença de composição. As edificações no primeiro nível,

com alturas e TO variáveis, de acordo com o cenário, apresentam nas fachadas frontais os mesmos impactos adversos verificados em seus cenários correspondentes homogêneos (10_OI10_regular, 15_OI10_regular e 20_OI10_regular). Nas laterais das edificações, a composição com a edificação contendo 10 pavimentos apresenta impactos adversos para a iluminação natural nos primeiros pavimentos devido à influência das obstruções no nível 2. No mesmo nível são verificados impactos do tipo NI e IN. No caso da iluminação natural, as fachadas laterais apresentam impactos do tipo Adversidade Considerável I em função da elevada obstrução causada pela edificação vizinha no próprio nível.

Nos cenários do tipo NNI_5_x, a variação entre níveis favoreceu as edificações mais baixas pela redução da obstrução pelas edificações mais altas.

5.2.3. Discussão sobre mitigação de impactos adversos a partir dos cenários virtuais

5.2.3.1. Mitigações de impactos causados por uma edificação

Como exposto no capítulo 4 desta tese, faz-se necessária a indicação de medidas mitigatórias a partir dos impactos adversos constatados nas vizinhanças.

Na pesquisa por estudos de impacto de vizinhança internacionais, verificou-se que as medidas são indicadas em forma de texto, geralmente apontando para o aumento de espaçamentos e/ou diminuição da altura do OI próximo(s) dos impactos adversos. A revisão destes aspectos de projeto resultando a redução efetiva dos impactos dependeria de uma reavaliação dos impactos na vizinhança através de nova simulação. Entretanto, a partir dos diagramas de impacto e máscaras auxiliares é possível ter indicativos para a alteração de projeto.

Inicialmente, devem ser observados os diagramas de impactos relativos à iluminação natural e insolação. Como exemplo para esta discussão, utilizou-se o cenário homogêneo 5_OI10_regular (figura 5.90) que apresentou maior quantidade de impactos adversos em relação aos dois recursos naturais.

Nota-se que neste caso a vizinhança apresenta mais fachadas com este tipo de impacto em relação à iluminação (figura 5.90a) se comparado à insolação (figura 5.90b). Além de apresentar maior quantidade, a distribuição dos impactos adversos se dá em todas as direções, diferentemente da insolação.

A altura e/ou os afastamentos laterais do OI podem ser revisados para diminuir a obstrução. Inicialmente, sugere-se verificar as fachadas dos edifícios frontais em função de possuírem maior visibilidade do OI. Neste caso, as edificações 6, 9 e 11 (figura 5.91) serviram de base por apresentar impactos adversos para a iluminação e insolação.

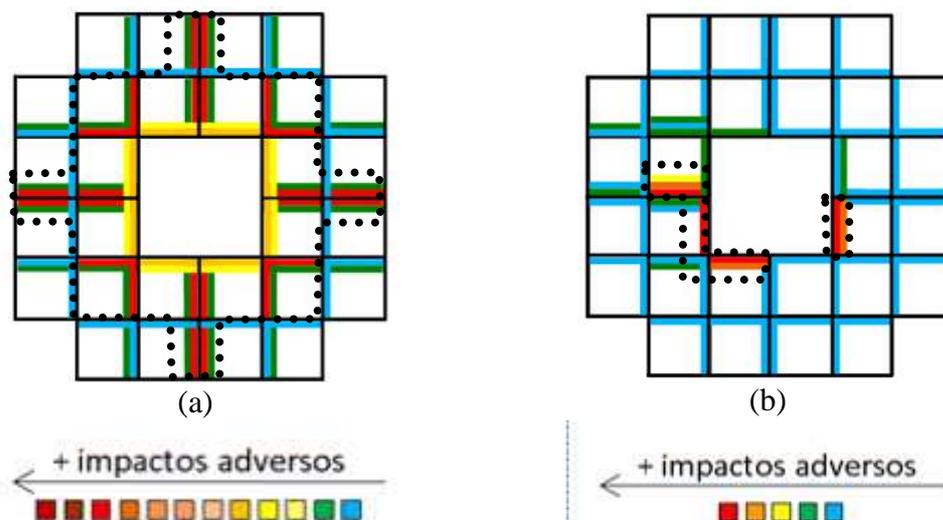


Figura 5.90: Diagramas de impacto do cenário 5_OI10_regular para iluminação (a) e insolação (b)

	13	14	15	16	
28	1	2	3	4	17
27	12			5	18
26	11	OI		6	19
25	10	9	8	7	20
	24	23	22	21	

Figura 5.91: Legenda dos edifícios da vizinhança do cenário 1_OIbaixo_regular

Verificando as planilhas de impacto destes edifícios, nota-se que todos os pontos das fachadas apresentam reduções inferiores a 80% no FLDV. Pelo fato dos valores serem superiores a 10%, estes foram considerados como Leves (tabela 5.8).

No caso da iluminação natural, ocorrem tanto reduções nas horas de exposição solar quanto nos valores de RSP+, nos edifícios 6 (Oeste), 9 (Norte) e 11 (Leste). Desta forma, os valores de RSP+M também sofrem reduções nas situações posteriores ao OI, principalmente nos primeiros pavimentos (tabela 5.9).

Tabela 5.8: Planilha dos impactos relativos à iluminação de edifícios do cenário 5_OI10_regular

E/F	P	FLDV A	FLDV D	Red.	Laudo parcial	FLDV JCP A	FLDV JCP D	Red.	Laudo final
Frontais ao OI	1	33.020	15.923	0,482	Adv. Considerável	19.137	6.741	0,35	Leve Adv. III
	2	34.561	17.797	0,515	Adv. Considerável	19.306	7.645	0,40	Leve Adv. III
	3	36.075	19.868	0,551	Adv. Considerável	19.320	8.571	0,44	Leve Adv. III
	4	37.424	22.206	0,593	Adv. Considerável	19.320	9.741	0,50	Leve Adv. III
	5	38.821	24.804	0,639	Adv. Moderada	19.320	11.213	0,58	Leve Adv. II

Tabela 5.9: Planilha dos impactos relativos à insolação de edifícios do cenário 5_OI10_regular

E/F	P	h sol A	h sol D	RSP+M A	RSP+M D	RSP+ M A	RSP+ M D	Red.	Laudo final
6/O	1	21,97	7,57	2968,38	537,27	135,11	70,97	0,53	Adv. Considerável
	2	22,72	8,18	3068,28	612,05	135,04	74,82	0,55	Adv. Considerável
	3	23,42	9,23	3141,13	726,18	134,12	78,67	0,59	Adv. Considerável
	4	24,2	10,17	3266,58	839,15	134,98	82,51	0,61	Adv. Moderada
	5	24,72	11,33	3315	969,87	134,10	85,60	0,64	Adv. Moderada
9/N	1	52,10	27,35	20809,78	5254,91	399,42	192,13	0,48	Adv. Considerável
	2	54,97	29,62	21414,25	5562,18	389,56	187,78	0,48	Adv. Considerável
	3	59,33	38,05	22071,6	7465,49	372,01	196,20	0,53	Adv. Considerável
	4	62,05	42,93	22385,2	9249,26	360,76	215,44	0,60	Adv. Moderada
	5	64,35	50,73	22697,62	12386,1 3	352,72	244,15	0,69	Adv. Moderada
11/ L	1	49,58	12,37	37900,56	3345,12	764,43	270,42	0,35	Adv. Considerável
	2	50,80	13,90	38524,24	4094,93	758,35	294,59	0,39	Adv. Considerável
	3	52,28	16,57	39373,3	5428,45	753,12	327,60	0,43	Adv. Considerável
	4	53,68	19,80	40192,33	7477,68	748,73	377,66	0,50	Adv. Considerável
	5	54,77	23,67	40569,62	10007,4 1	740,7	422,78	0,57	Adv. Considerável

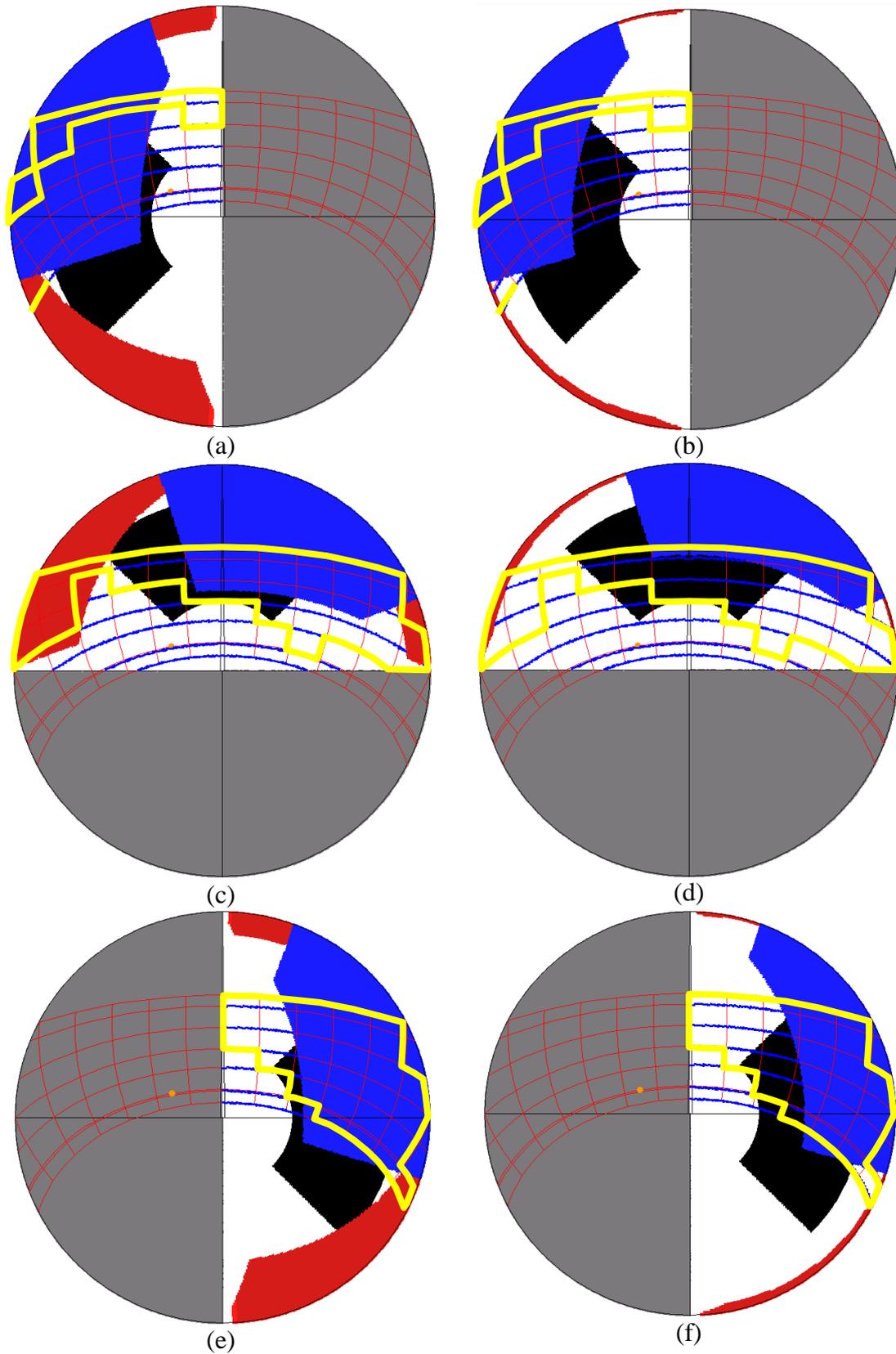
Analisando-se as máscaras das fachadas dos edifícios 6 (Oeste), 9 (Norte) e 11 (Leste) (legenda na figura 5.91) para os primeiros e últimos pavimentos (figura 5.92), nota-se que para prover melhoria nas condições de iluminação natural e insolação a redução na altura do OI seria benéfica em todos os casos. No caso da iluminação natural, os impactos nas fachadas são simétricos (as máscaras representam as fachadas dos edifícios impactados adversamente), ou seja, observando qualquer exemplo percebe-se que a redução da altura favoreceria a uma maior visão do céu.

No caso da insolação, nota-se que a redução na altura do OI reduziria também a obstrução das parcelas contendo RSP+, favorecendo as três edificações. Entretanto, algumas considerações devem ser feitas caso a caso.

A fachada Oeste do edifício 6 (figuras 5.92a e 5.92b) necessita um maior afastamento lateral do OI para que a sua obstrução diminua, principalmente nos meses de junho e julho (primeiras trajetórias solares de cima para baixo), onde as RSP+ são verificadas. A redução da altura do OI isolada talvez não resolva eficazmente o problema, já o último pavimento apresenta mais de 50% das horas de RSP+ obstruídas (figura 5.92b).

Modificações na altura também são recomendadas visando a redução da obstrução da fachada Leste (figuras 5.92e e 5.92f) e Oeste (figuras 5.92c e 5.92d).

A partir destas observações, podem ser traçadas as alterações necessárias do OI para a mitigação dos impactos na vizinhança. A figura 5.93 apresenta as dimensões que devem ser revistas conjuntamente: redução da altura (a) e aumento de afastamentos (b e c).



Legenda: OI ■ N1 ■ N2 ■ RSP+ □

Figura 5.92: Máscaras correspondentes às edificações 6 (a e b), 9 (c e d) e 11 (e e f) para os primeiros (coluna da esquerda) e últimos pavimentos (coluna da direita)

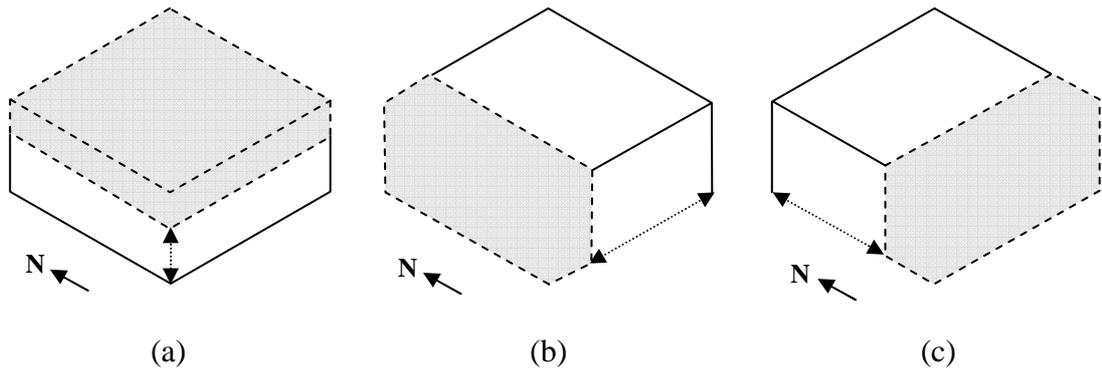
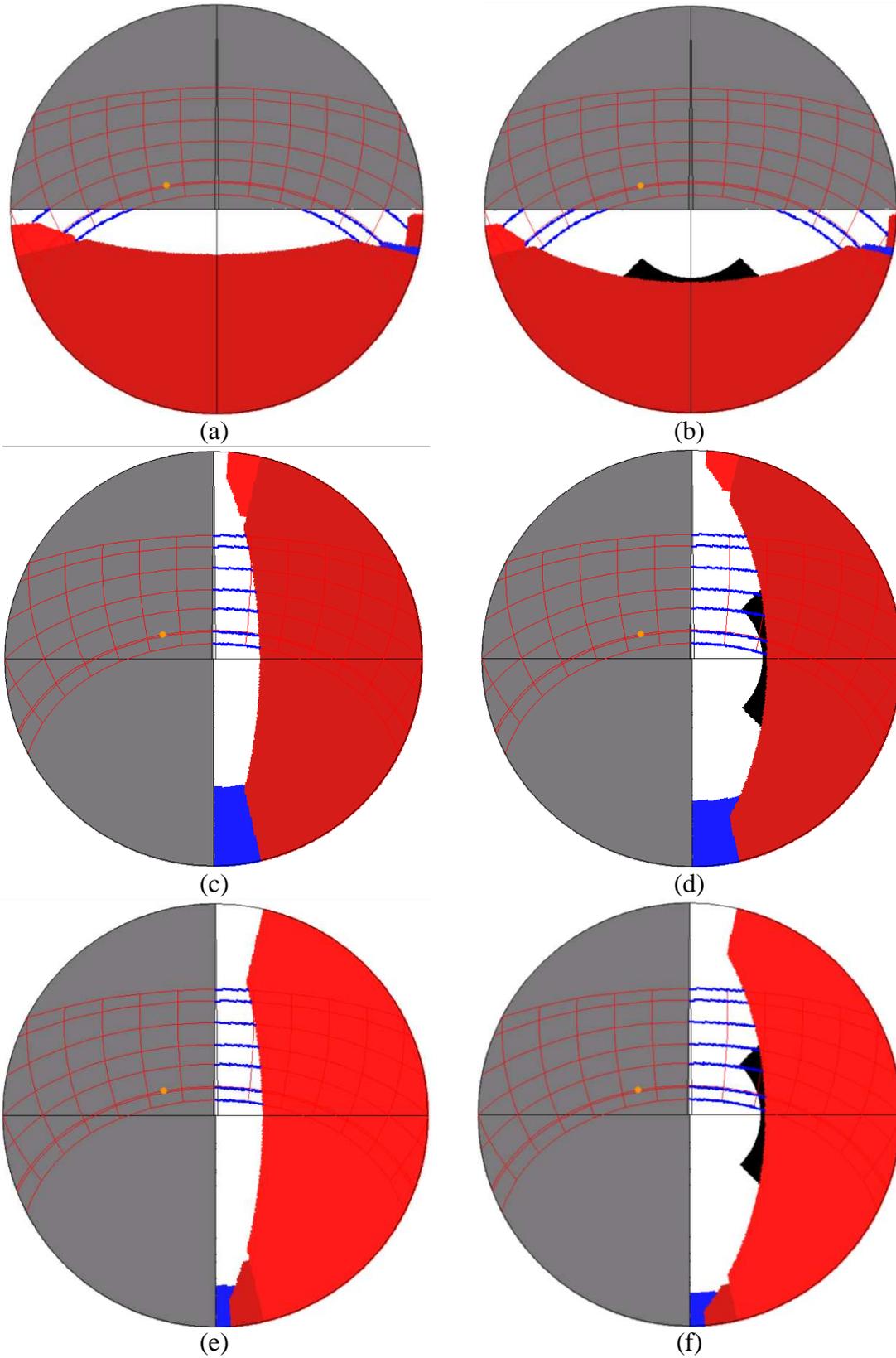


Figura 5.93: Propostas de alterações no OI para mitigação dos impactos adversos

Os outros impactos adversos verificados neste cenário são relativos apenas à iluminação e estão localizados nas fachadas que fazem divisa com outra edificação de mesmo porte. Destacam-se as edificações número 1, 2 e 14 como representativas para verificação do comportamento dos impactos nestas fachadas (legenda na figura 5.91).

As máscaras destes edifícios estão dispostas na figura 5.94 para o primeiro pavimento e terceiro, que apresentam impactos adversos (tabela 5.10). Em todos os casos, nota-se que a JCP está praticamente ou toda obstruída pelas edificações da vizinhança contendo cinco pavimentos. Nas edificações 1 e 14 (figuras 5.94a, 5.94b, 5.94e e 5.94f) o OI apresenta uma pequena obstrução, mas como os valores de FLDV anteriores já são baixos nos primeiros três pavimentos, os impactos são considerados como Adversos Consideráveis I. Observando-se a tabela 5.10, o valor de FLDV posterior ao OI apresenta uma redução de apenas 1% em relação ao anterior (inverso de 0,99 na tabela). Portanto, estes impactos poderiam ser desconsiderados na mitigação.

O mesmo comportamento é verificado nos primeiros três pavimentos do edifício número dois, entretanto, neste caso, o OI possui uma obstrução maior, reduzindo o FLDV já abaixo de 10% em até 8%. Para mitigar este impacto (Adversidade Considerável I), a redução de altura poderia amenizar, mas não solucionar. Somente se o OI fosse “recortado” no centro (figura 1.95) estes impactos seriam eliminados ou reduzidos. A mitigação de impactos do tipo Adversidade Considerável I é muito difícil, pois os valores de FLDV já são muito baixos sem o OI. Uma nova edificação incorporada à vizinhança apenas piorará a conjuntura ruim já instalada.



Legenda: OI ■ N1 ■ N2 ■

Figura 5.94: Máscaras correspondentes às edificações 1 (a e b), 2 (c e d) e 14 (e e f) para os primeiros (coluna da esquerda) e últimos pavimentos (coluna da direita)

Tabela 5.10: Planilha dos impactos relativos à iluminação de edifícios do cenário 1_Olbaixo_regular

E/F	P	FLDV A	FLDV D	Red.	Laudo parcial	Laudo final
1/S	1	3.510	3.487	0,993	Insignificante	Adv. Considerável I
	2	5.243	5.222	0,996	Insignificante	Adv. Considerável I
	3	8.549	8.530	0,998	Insignificante	Adv. Considerável I
	4	15.517	15.499	0,999	Insignificante	Insignificante
	5	29.232	28.705	0,982	Insignificante	Insignificante
2/L	1	3.504	3.256	0,929	Insignificante	Adv. Considerável I
	2	5.223	4.986	0,955	Insignificante	Adv. Considerável I
	3	8.528	8.283	0,971	Insignificante	Adv. Considerável I
	4	15.515	15.189	0,979	Insignificante	Insignificante
	5	29.212	28.471	0,975	Insignificante	Insignificante
14/L	1	3.541	3.525	0,995	Insignificante	Adv. Considerável I
	2	5.253	5.237	0,997	Insignificante	Adv. Considerável I
	3	8.552	8.534	0,998	Insignificante	Adv. Considerável I
	4	15.527	15.495	0,998	Insignificante	Insignificante
	5	29.217	29.127	0,997	Insignificante	Insignificante

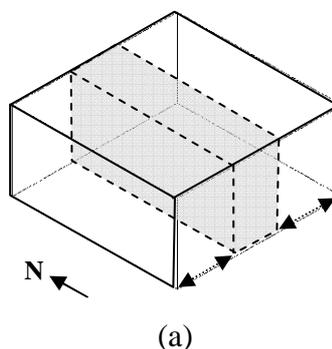


Figura 5.95: Propostas de alterações no OI para mitigação dos impactos adversos

5.2.3.2. Mitigações de impactos causados por todas as edificações da vizinhança

A presença de impactos adversos para a iluminação natural e insolação, por vezes, revelam inconsistências nas regras de ocupação da vizinhança originárias de um ou diferentes combinações de Planos Diretores. Por esta razão, se estas regras considerassem estes aspectos de maneira adequada, os impactos adversos raramente seriam vistos, com exceção dos casos em que projetos especiais (nomenclatura dada no Plano Diretor vigente de Porto Alegre - PDDUA) determinam as regras de ocupação mediante aprovação da Prefeitura Municipal.

Para que esta consideração seja feita, umas das possibilidades é a atribuição de parâmetros para a iluminação natural e insolação em uma proposta de Envelope Solar. Os próprios parâmetros do método proposto nesta tese poderiam ser revistos e adaptados para que todas as edificações da vizinhança possam ter a garantia de condições mínimas em relação à aquisição destes recursos naturais.

5.4. Cenário real

Nesta seção, foram dispostas inicialmente as análises dos impactos na iluminação natural e insolação do cenário real. Em seguida, foram propostas medidas mitigatórias.

5.4.1. Impactos relativos à iluminação natural

Com relação à iluminação natural, os impactos do tipo NI representam 22,53% (figura 5.96). Em 67,47% dos pontos houve redução nos valores de FLDV. A maior parte foi Insignificante (63,80%). A porcentagem de impactos do tipo NI é inferior, se comparado aos cenários virtuais; o contrário também é verificado com os impactos do tipo IN. Este resultado se deve aos pequenos afastamentos entre a vizinhança e o OI, que possui área construída muito superior a vizinhança.

Em relação aos impactos adversos, verificaram-se os seguintes tipos: Leve Adversidade I, II e III (valores de FLDV acima do mínimo), Adversidade Moderada I e IV (valor acima do mínimo na situação anterior e abaixo na situação posterior ao OI) e Adversidade Considerável I, II e III (valores de FLDV abaixo do mínimo). Dos impactos adversos, o tipo Leve Adversidade III teve a maior ocorrência (5,37%). Isso significa que em determinados pontos a redução do FLDV foi maior que 60% em relação à condição base, com o atendimento dos 10% de FLDV nas situações anterior e posterior ao OI.

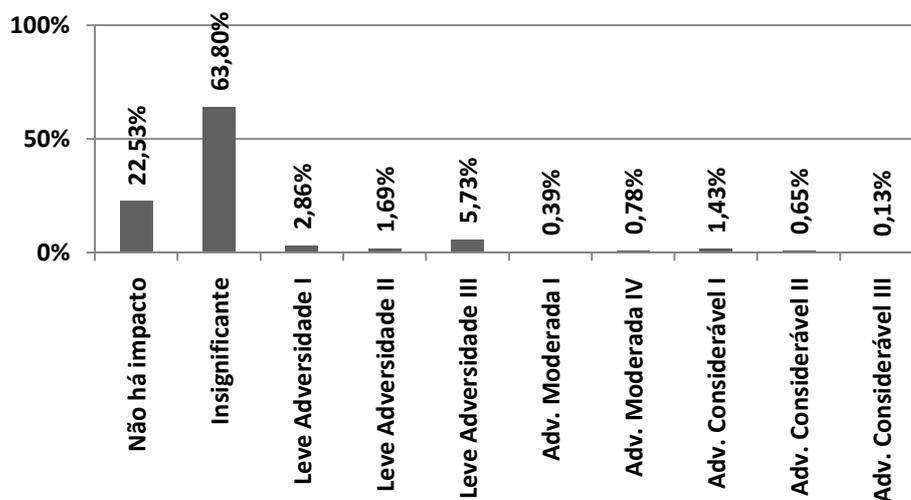


Figura 5.96: Impactos relativos à iluminação natural verificados no cenário real

A distribuição dos impactos foi disposta em forma de diagrama (figura 5.97), conforme a tabela 5.11.

Tabela 5.11: Legenda referente a suscetibilidade dos impactos

Legenda	Suscetibilidade
	Não há impacto
	Insignificante
	Leve adversidade I
	Leve adversidade II
	Leve adversidade III
	Adv. Moderada I
	Adv. Moderada II
	Adv. Moderada III
	Adv. Moderada IV
	Adv. Considerável I
	Adv. Considerável II
	Adv. Considerável III
	Adv. Considerável IV



Figura 5.97: Diagrama de impactos relativo à iluminação natural (sem escala)

Para sintetizar a leitura do diagrama, o esquema abaixo apresenta a identificação dos impactos adversos constatados (figura 5.98). As linhas pontilhadas em vermelho circundam todas as edificações do nível 1 que apresentaram os impactos adversos mais severos, tanto nas fachadas frontais ao OI quanto em algumas laterais

com pequenos afastamentos das edificações vizinhas. As linhas alaranjadas e amarelas estão situadas no nível dois, sendo as primeiras delimitantes de pontos com impactos adversos variados, em sua maioria, nas laterais das edificações. As linhas amarelas circundam as fachadas frontais ao OI contendo impactos de Leve Adversidade.



Figura 5.98: Delimitação das edificações que apresentaram impactos adversos referentes à iluminação natural (sem escala)

Em relação aos impactos nos níveis, o nível um apresentou a maior quantidade de pontos com impactos adversos (figura 5.99). Nos níveis 2 e 3 identifica-se uma queda acentuada destes impactos. No nível 2 nota-se que a porcentagem de pontos com impactos do tipo IN é maior que os impactos do tipo NI, ou seja, ainda são verificadas reduções do FLDV. No nível 3, esta tendência também é verificada, embora a distância entre as porcentagens se aproximem, se comparado ao nível anterior.

Os impactos adversos são verificados nos níveis 1 e 2. O impacto do tipo Leve Adversidade III foi preponderante no primeiro nível. Observando a figura 5.99, nota-se que a ocorrência deste impacto se dá principalmente nas fachadas frontais ao OI.

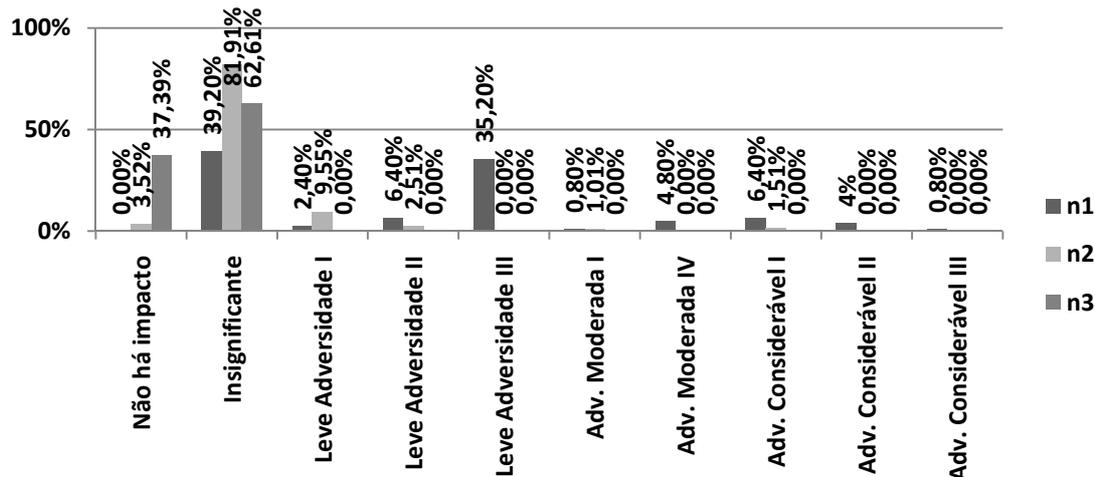


Figura 5.99: Magnitude dos impactos referentes à iluminação natural verificados nos níveis

Com o objetivo de ilustrar os resultados obtidos, selecionaram-se algumas máscaras dos primeiros pavimentos dos edifícios impactados (situação mais obstruída). Observando as imagens da figura 5.100, nota-se a variação na obstrução do OI nas fachadas dos edifícios frontais a ele. Nos edifícios 9 (b) e 16 (c), esta obstrução chega a 50% da abóboda celeste.

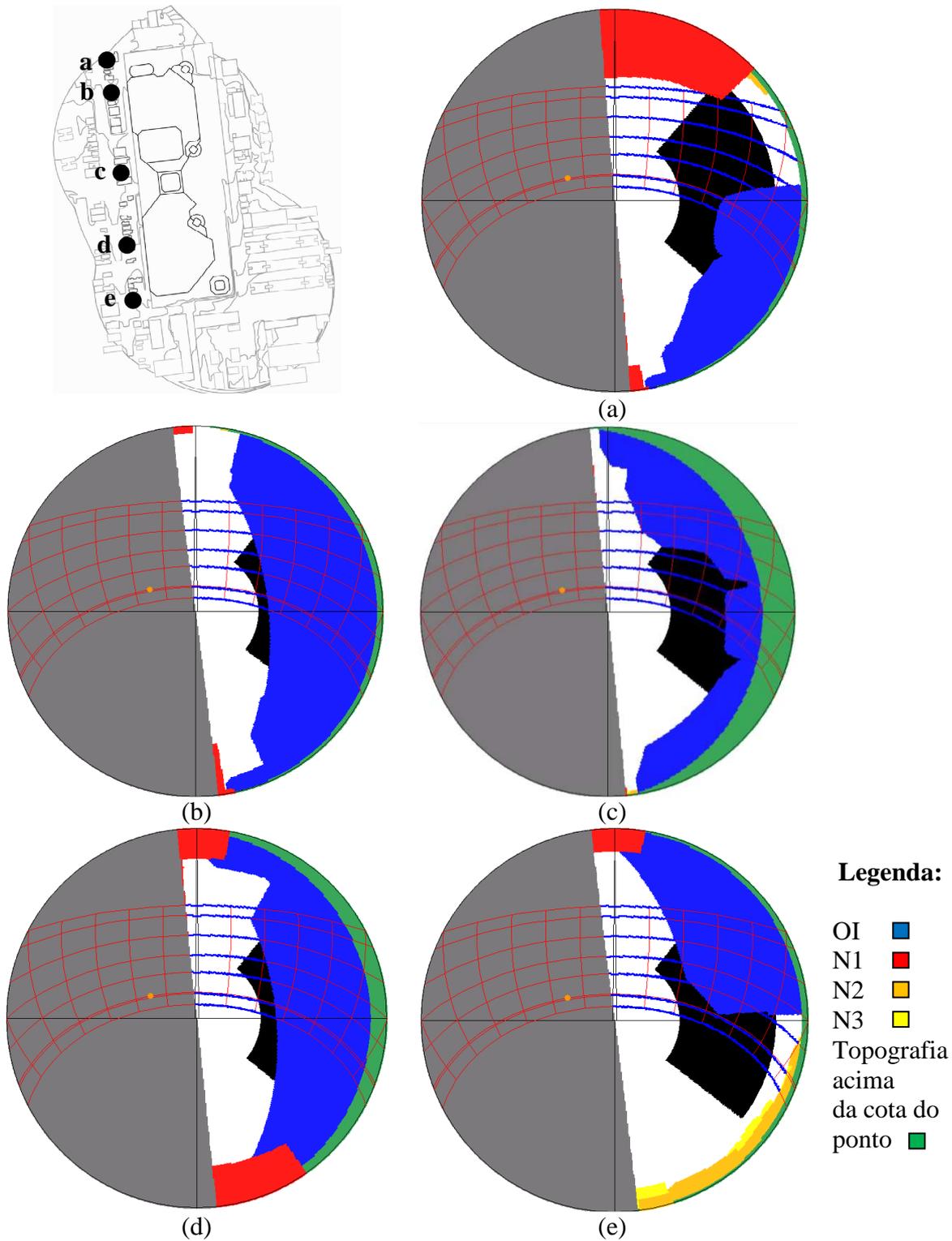


Figura 5.100: Máscaras do primeiro pavimento das fachadas voltadas a Leste dos edifícios 2, 9, 16, 23 e 30 (nível 1)

Além das fachadas frontais ao OI, algumas edificações do nível 1 apresentaram impactos adversos em suas fachadas laterais (figura 5.101). O edifício 9 é um exemplo de adversidade considerável. Os níveis de FLDV já eram baixos na

244

condição base, principalmente em função da obstrução da edificação vizinha em vermelho, e se agravaram com a presença do OI.

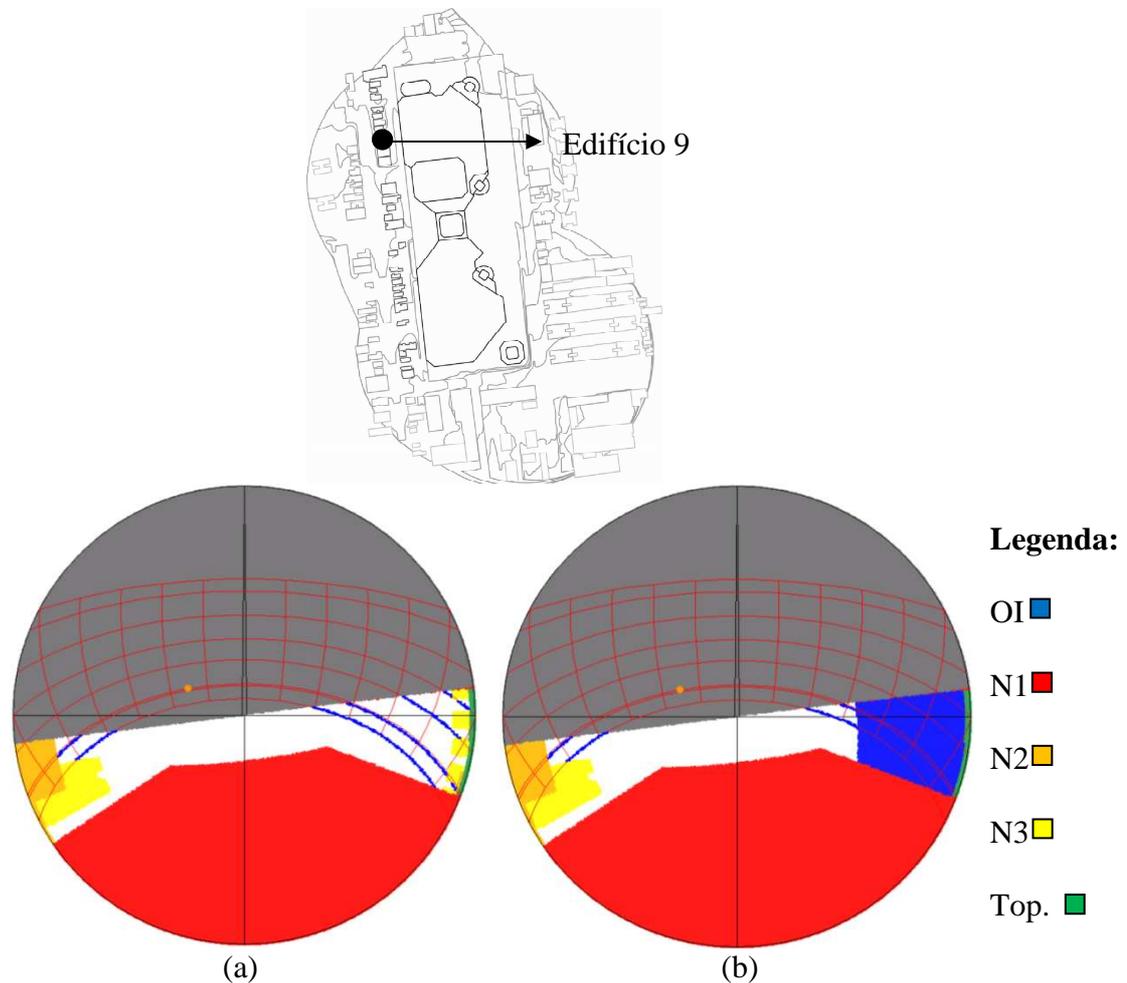


Figura 5.101: Máscaras do primeiro pavimento da fachada Sul do edifício 9 (nível 1) na situação anterior e posterior ao OI

Esta situação de obstrução nas fachadas laterais também foi constatada no nível 2, nos edifício 40 (figuras 5.102a e 5.102b) e 50 (figuras 5.102c e 5.102d). As edificações vizinhas em amarelo propiciam uma obstrução muito elevada, em torno de 75%, sendo agravada com a presença do OI.

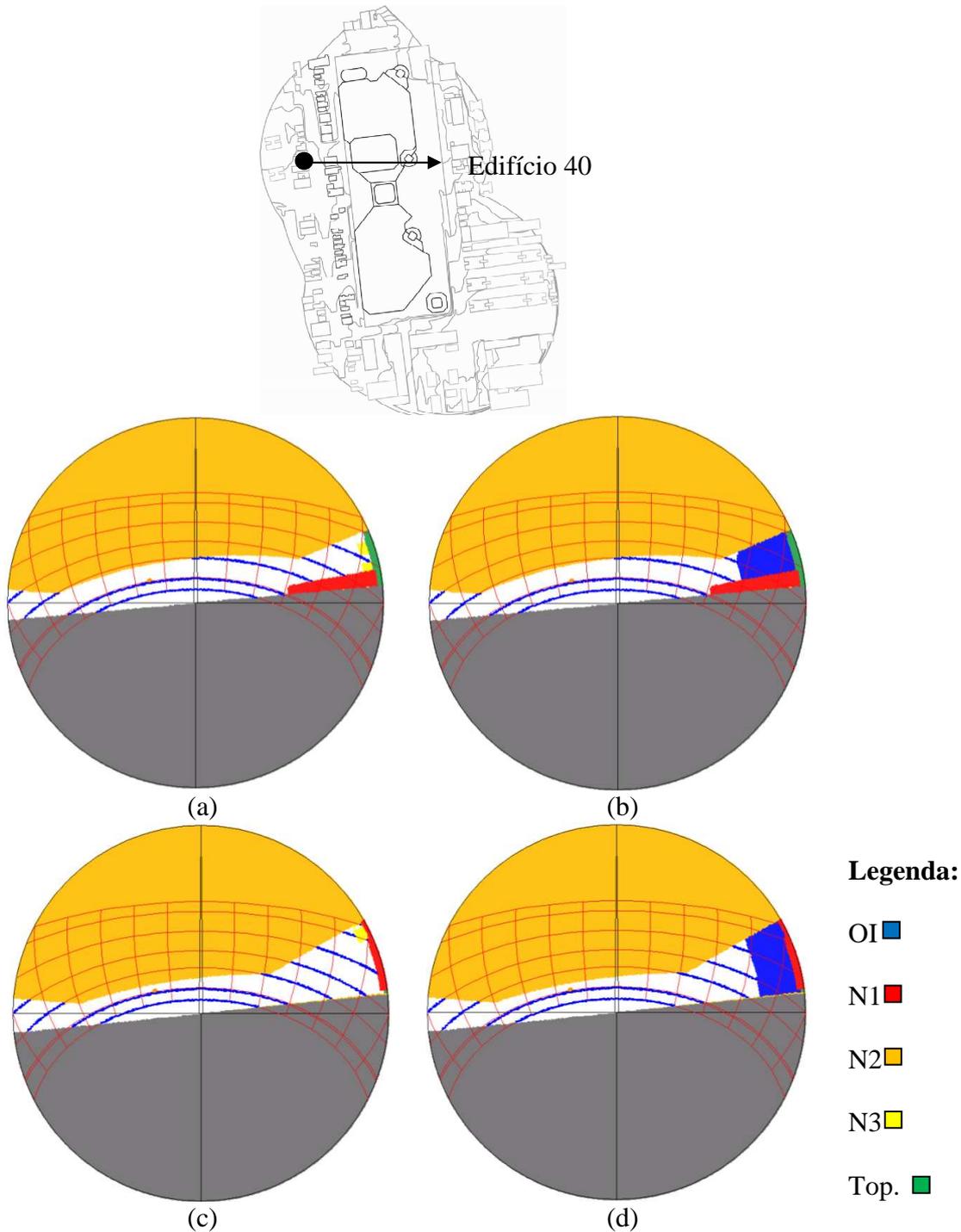


Figura 5.102: Máscaras do primeiro pavimento das fachadas Norte dos edifícios 40 e 50 (nível 2) na situação anterior e posterior ao OI

As fachadas delimitadas em amarelo no esquema apresentado (figura 5.98) obtiveram os impactos adversos mais amenos. Algumas máscaras das fachadas frontais ao OI das porções Sul e Leste foram dispostas na figura 5.103. Nota-se que as maiores

obstruções verificadas são do OI e não das edificações vizinhas. Em função do maior distanciamento das fachadas, os impactos não foram tão adversos quanto no nível 1.

Alguns comportamentos verificados nos cenários virtuais são também decorrentes no caso real. O afastamento reduzido das edificações da vizinhança no nível 1, faz com que o OI exerça impactos Adversos Consideráveis nas laterais de algumas edificações, mesmo sendo pequena a sua obstrução.

As fachadas frontais ao OI dos cenários virtuais apresentaram, em sua maioria, impactos adversos de natureza Leve, ou seja, o valor de FLDV nos pontos sofre uma redução maior que 20% mas não ultrapassa o mínimo. A maior parte destas fachadas do cenário real também apresenta estes tipos de impactos, entretanto, em algumas se observam impactos com adversidade moderada em função da elevada obstrução do OI.

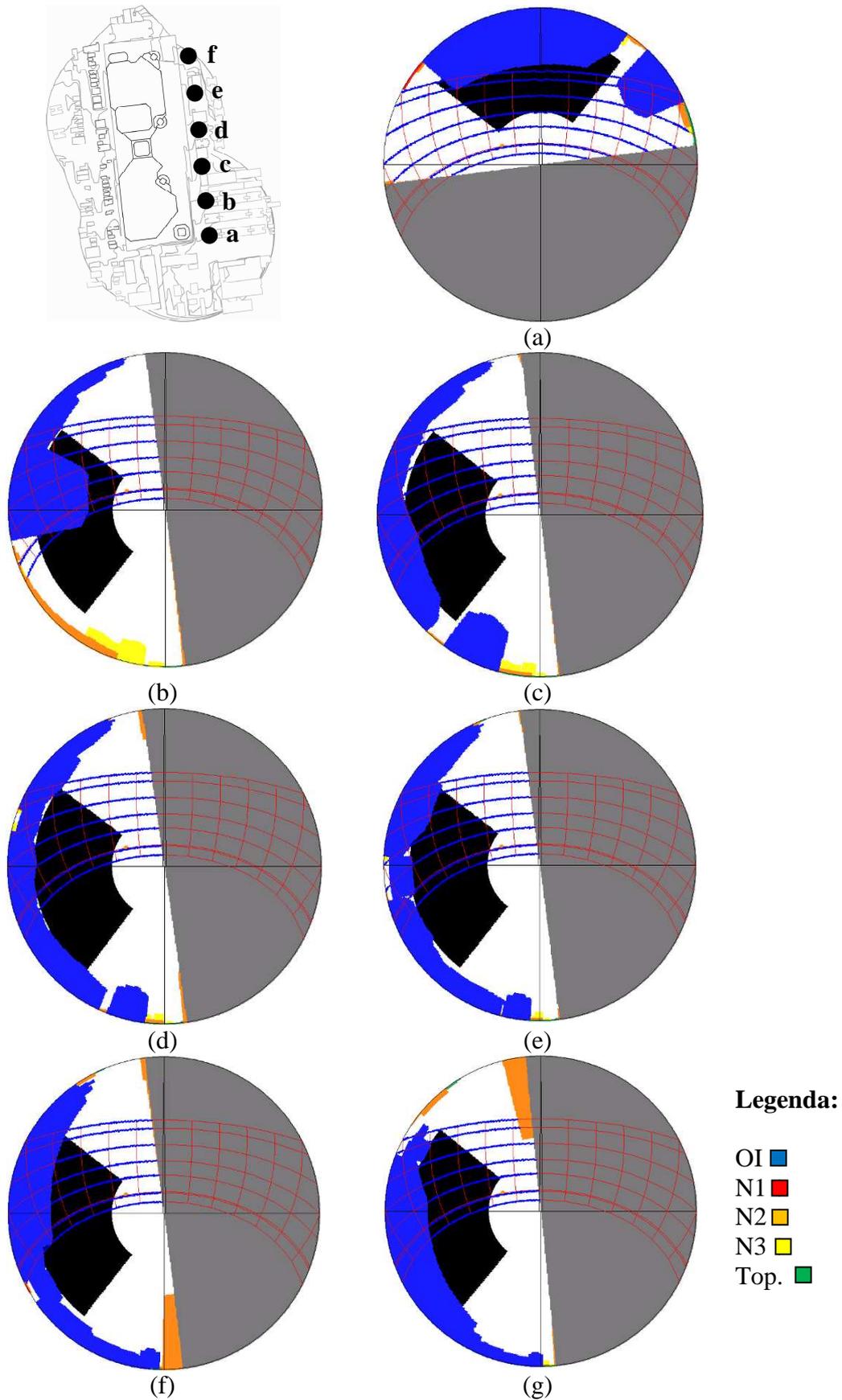


Figura 5.103: Máscaras do primeiro pavimento das fachadas voltadas para o OI dos edifícios 62, 65, 68, 71, 74, 77 e 80 (nível 2)

5.4.2. Impactos relativos à insolação

Os impactos relativos à insolação foram identificados no diagrama conforme a tabela 5.12 (figura 5.104).

Tabela 5.12: Legenda referente a suscetibilidade dos impactos

Legenda	Suscetibilidade
	Não há impacto
	Insignificante
	Leve adversidade
	Adv. Moderada
	Adv. Considerável



Figura 5.104: Diagrama de impactos relativo à insolação (sem escala)

O esquema abaixo sintetiza os impactos adversos verificados (figura 5.105). O nível 1 apresentou os piores impactos, tanto nas fachadas frontais quanto nas laterais voltadas para Norte, Sul e Leste (linha vermelha). Uma pequena quantidade de edifícios no nível 2 apresentou impactos adversos (linha alaranjada).

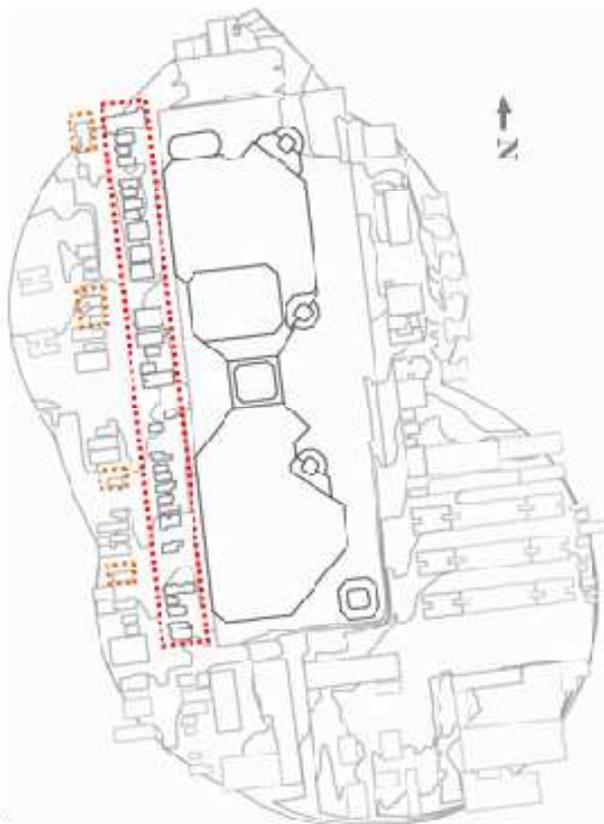


Figura 5.105: Impactos adversos verificados na insolação das edificações (sem escala)

Em relação à quantificação dos impactos, os impactos do tipo NI e IN representam 86,72% da totalidade de pontos (figura 5.106). Entretanto, diferentemente dos dados verificados nos impactos relativos à iluminação natural, os impactos do tipo NI são superiores aos do tipo IN. Esta diferença se deve à disponibilidade dos parâmetros. No caso da iluminação, o FLDV independe da orientação, possibilitando que um maior número de fachadas se torne vulnerável aos impactos adversos.

Em relação aos impactos adversos relativos à insolação, os consideráveis apresentaram maior porcentagem, quase 10% (figura 5.106). Este resultado significa reduções das RSP+M acima de 60%. Em quase 4% dos casos, verificou-se impactos Leves e Moderados. Estes impactos situam-se preponderantemente no nível 1 (figura 107).

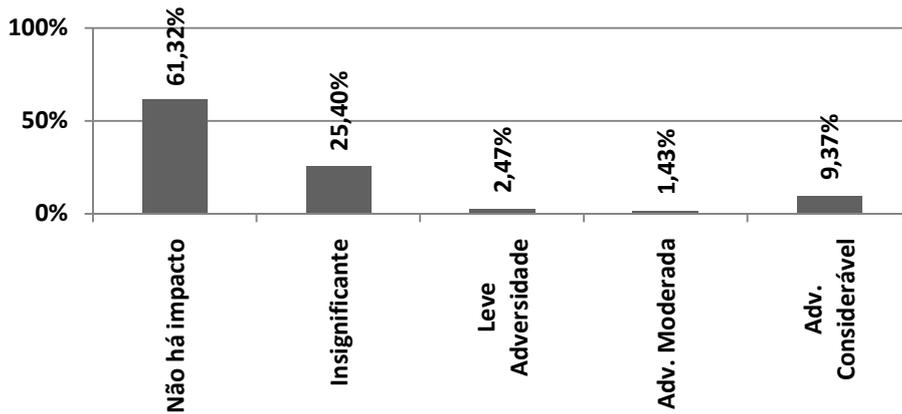


Figura 5.106: Tipos de impactos verificados e porcentagem

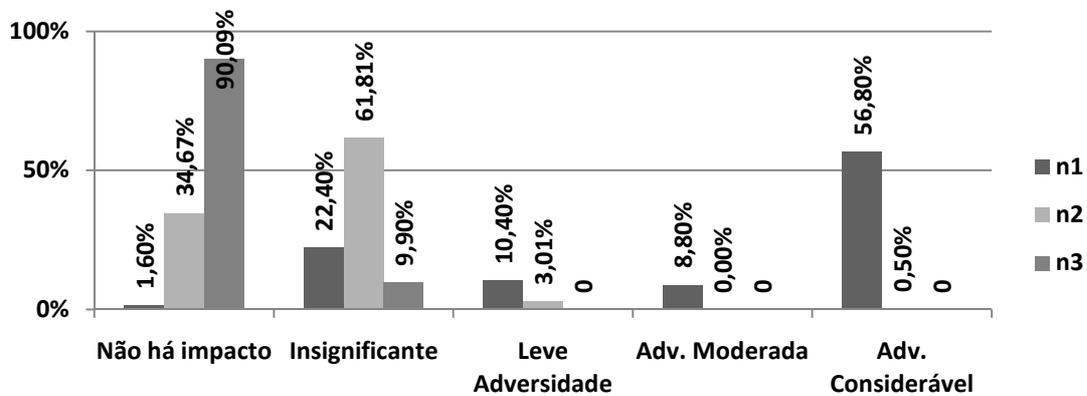


Figura 5.107: Porcentagem dos impactos verificados nos níveis

As mesmas máscaras da figura 5.100 das fachadas frontais ao OI do nível 1 apresentadas para a iluminação estão dispostas abaixo para a análise da insolação (figura 5.108). As RSP+ encontram-se circuladas em amarelo. A máscara “a” apresenta obstrução do OI em torno de 25%, entretanto os impactos são Insignificantes por abranger uma pequena parte das trajetórias solares. Nas demais máscaras, nota-se que esta obstrução é consideravelmente maior, resultando em impactos mais severos.

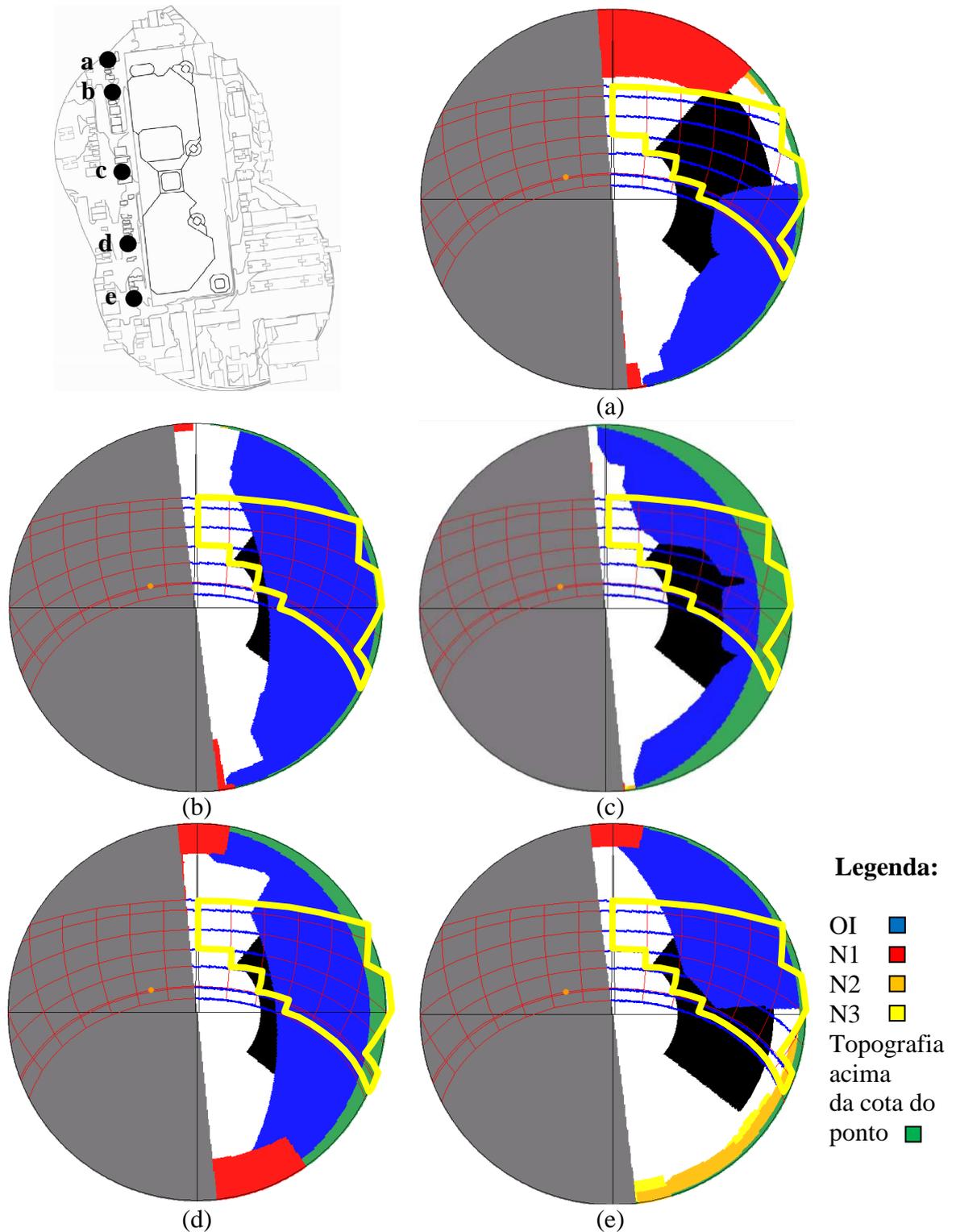


Figura 5.108: Máscaras do primeiro pavimento das fachadas voltadas a Leste dos edifícios 2, 9, 16, 23 e 30 (nível 1) com RSP+ contornadas em amarelo

No nível 2, alguns impactos adversos são verificados, tanto nas laterais quanto nas fachadas frontais ao OI. Ilustrando as Adversidades Consideráveis nas fachadas laterais, observam-se as máscaras do edifício 40 nas situações anterior e

posterior ao OI (figura 5.109). A obstrução das RSP+ é elevada e uma pequena obstrução devido ao OI agrava a situação resultando em impactos Consideráveis.

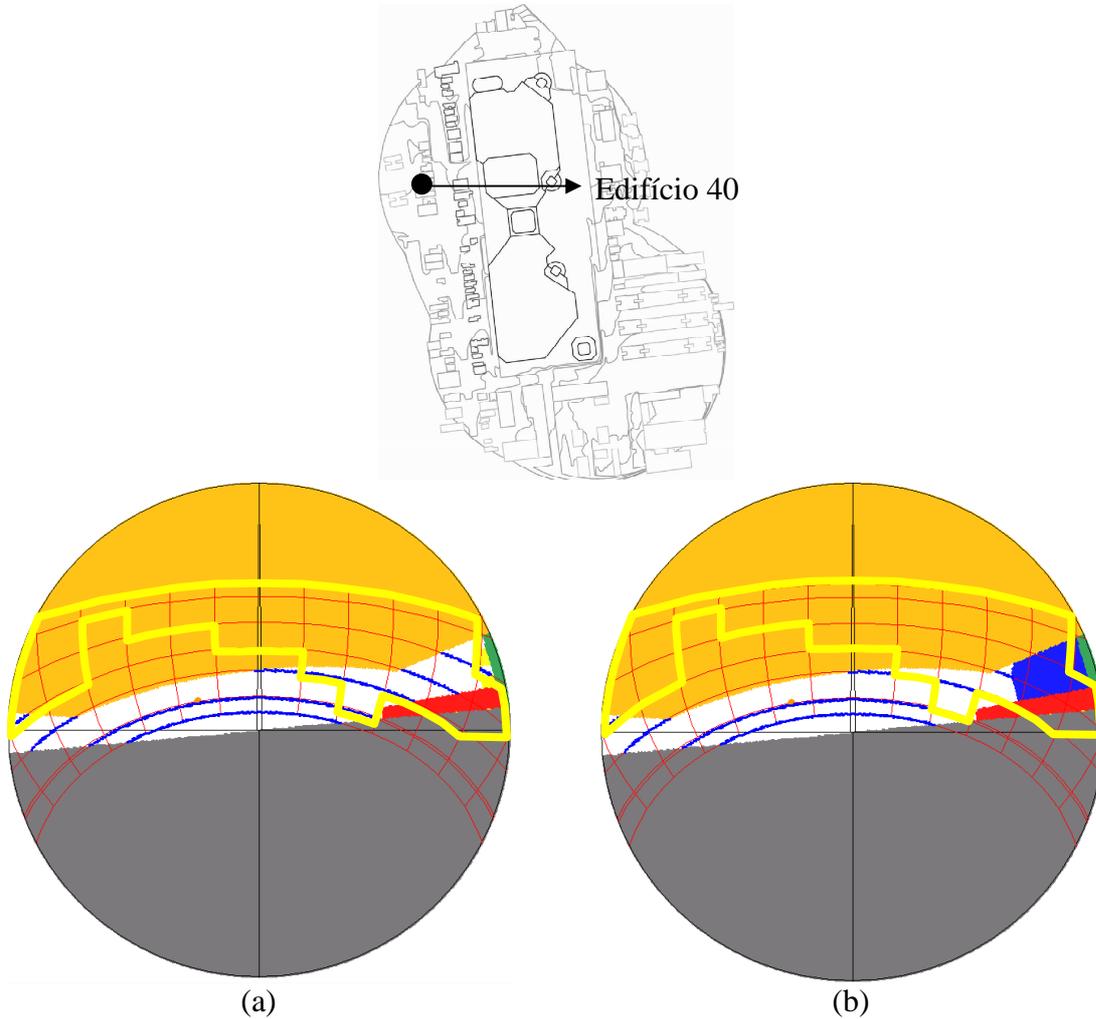


Figura 5.109: Máscaras do primeiro pavimento da fachada Norte do edifício 40 (nível 2) com RSP+ contornadas em amarelo

A edificação 39 (nível 2) é um exemplo de impactos adversos na fachada frontal ao OI (figura 5.110a e 5.110b). O OI está localizado atrás das edificações do nível um elevando a obstrução das RSP+.

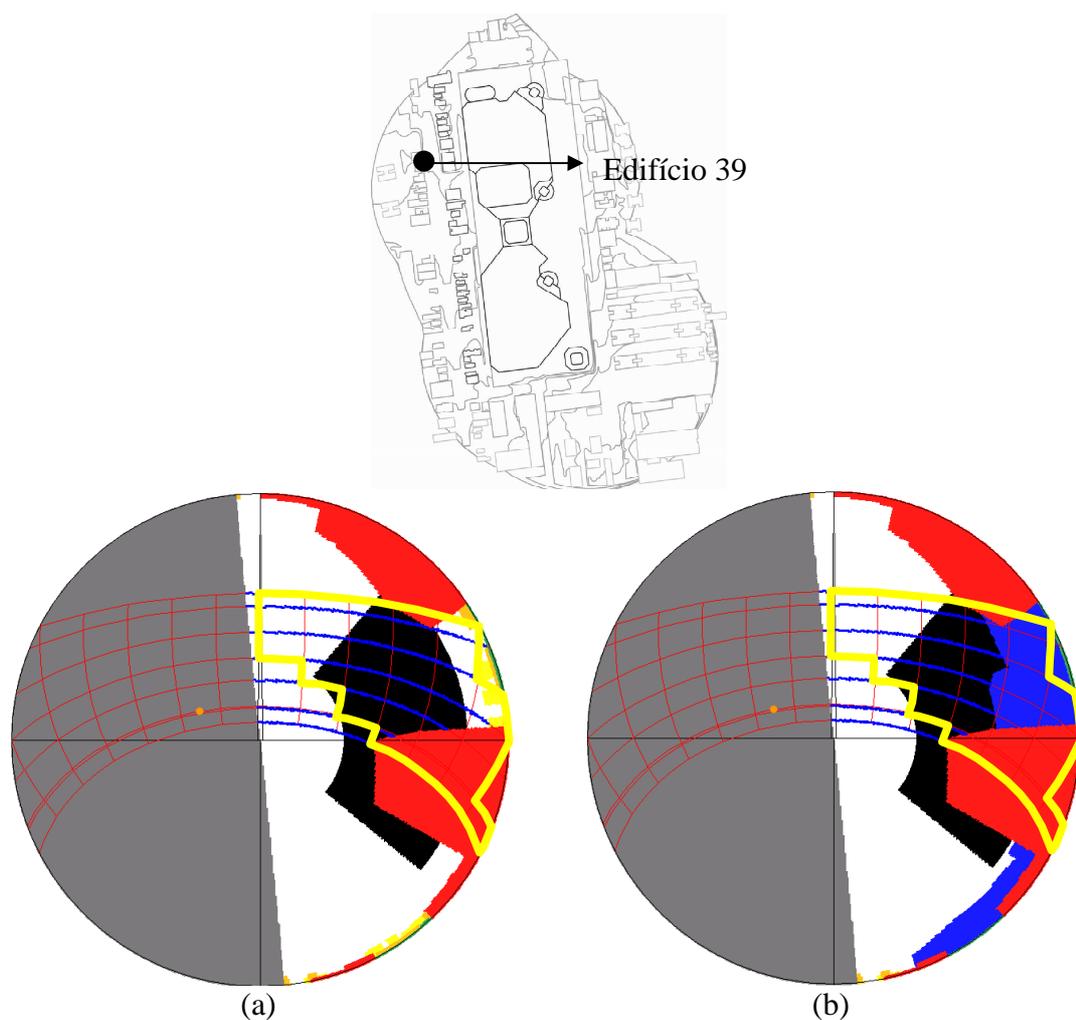


Figura 5.110: Máscaras do primeiro pavimento da fachada Leste do edifício 39 (nível 2) com radiações ponderadas positivas contornadas em amarelo

Da mesma forma que a iluminação, os resultados da insolação também apresentam semelhanças com os cenários virtuais. As fachadas Norte, Sul e Leste são as que apresentam maiores problemas em relação às obstruções vizinhas. No caso real, a localização de edificações na mesma quadra que o OI agrava a situação, pois as suas fachadas frontais estão voltadas a Leste e coincidem com a localização do OI em relação a elas.

5.4.3. Medidas mitigatórias

Analisando-se as sínteses dos impactos adversos do cenário real, nota-se que as edificações do nível um são totalmente afetadas (figuras 5.111a e 5.111b), tanto em

relação à iluminação quanto à insolação (linhas em vermelho). Este é o nível que deve ser mitigado inicialmente, da mesma forma como procedido nos casos virtuais.



Figura 5.111: Esquemas de impacto para iluminação (a) e insolação (b)

Para que os impactos adversos sejam mitigados, algumas modificações no projeto do OI devem ser efetuadas. A primeira delas refere-se à revisão do afastamento lateral “A” que possui apenas 9 metros (figura 5.112). Esta dimensão deve ser elevada para o benefício das edificações vizinhas presentes na mesma quadra (nível 1) que apresentaram os impactos adversos mais severos. Esta revisão é possível, provavelmente, apenas deslocando-se a edificação para Leste, já que o afastamento no outro limite do lote é de trinta metros e a via proporciona um afastamento extra para as edificações vizinhas.

Além disso, uma revisão nas alturas também será necessária (“B” e “C”). A parte “B” afeta o nível 1 à Oeste do OI e o nível 2 à Leste, onde são elevados mais 15 metros acima da altura padrão do shopping. A torre comercial identificada como “C” também deve ser reduzida, para amenizar os impactos no nível 2 das fachadas frontais a ela.

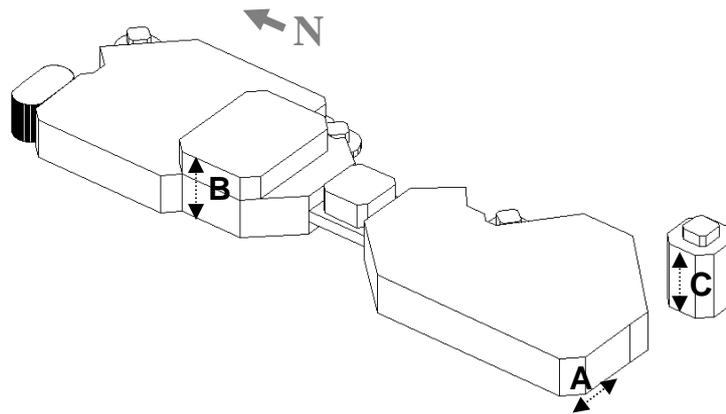


Figura 5.112: Modificações no projeto para mitigar os impactos adversos

Efetuando-se estas modificações, os impactos adversos verificados no nível 1 e 2 possivelmente serão amenizados.

Cabe ressaltar aqui, a presença de impactos adversos consideráveis para a iluminação natural (I, II e III) que não serão eliminados em função de as próprias edificações da vizinhança proporcionarem grandes obstruções (exemplos de valores para a edificação número 10 na tabela 5.13). Os valores de FLDV na situação anterior ao OI já situam-se abaixo dos 10%. Neste caso, o OI somente agrava a situação. Como proposto neste capítulo, a medida ideal seria que todas as edificações seguissem um padrão de construção, limitado pelo envelope solar, por exemplo, para que não houvesse impactos adversos derivados de qualquer edificação vizinha.

Tabela 5.13: Planilha dos impactos relativos à iluminação do edifício 10

F	P	FLDV A	FLDV D	Red.	Laudo parcial	Laudo final
L	1	37.461	10.015	0,27	Adv. Considerável	Leve Adversidade III
	2	38.128	11.596	0,30	Adv. Considerável	Leve Adversidade III
	3	38.391	13.607	0,35	Adv. Considerável	Leve Adversidade III
	4	38.646	16.012	0,41	Adv. Considerável	Leve Adversidade III
	5	38.821	18.903	0,49	Adv. Considerável	Leve Adversidade III
N	1	5.568	4.151	0,75	Leve Adversidade	Adv. Considerável II
	2	6.683	5.345	0,80	Insignificante	Adv. Considerável I
	3	9.046	7.838	0,87	Insignificante	Adv. Considerável I
	4	14.868	13.803	0,93	Insignificante	Insignificante
	5	28.334	26.935	0,95	Insignificante	Insignificante
S	1	0.775	0.475	0,61	Adv. Moderada	Adv. Considerável III
	2	0.971	0.690	0,71	Leve Adversidade	Adv. Considerável II
	3	1.473	1.218	0,83	Insignificante	Adv. Considerável I
	4	3.100	2.876	0,93	Insignificante	Adv. Considerável I
	5	12.629	11.995	0,95	Insignificante	Insignificante

5.5. Considerações Finais

As considerações finais deste capítulo foram divididas em três partes: considerações sobre a aplicação do método nos cenários virtuais, cenário real e sobre a utilização de medidas mitigatórias.

5.5.1. Considerações sobre a aplicação do método nos cenários virtuais

A aplicação do método proposto em cenários virtuais teve grande importância para a experimentação do método em cenários simplificados. Desta forma, foi possível o entendimento do comportamento dos impactos a partir de algumas modificações de ocupação incorporadas ao longo do processo. Apesar da variedade de cenários não ter sido extensa em função do longo trabalho exigido para cada análise, alguns aspectos de ocupação urbana foram utilizados na aplicação do método.

Uma das incorporações mais importantes foi a representação dos tipos de impactos sofridos pelas fachadas em diagramas. Desta forma foi possível perceber de

maneira espacial quais áreas dos cenários foram mais impactadas auxiliando nos procedimentos mitigatórios.

Em relação aos resultados dos cenários faz-se necessário algumas considerações. Sobre a iluminação natural, nota-se uma relação direta entre a obstrução da JCP e os tipos de impactos verificados. Quanto maior for esta obstrução, maior também o grau de adversidade nos impactos.

Em relação à insolação, algumas fachadas apresentaram mais impactos adversos, principalmente, as localizadas nas porções Leste e Sul do OI. Nestas porções, as fachadas Leste, Norte e Sul das edificações foram mais afetadas. No caso das fachadas Leste e Norte, as RSP+ para Porto Alegre ocupam grande parte das trajetórias. Já no caso da fachada Sul e Oeste, uma pequena obstrução é suficiente para causar impactos consideráveis já que a disponibilidade de RSP+ é pequena.

Observou-se que os impactos mais adversos verificados nos cenários homogêneos ocorreram nas composições com edificações e OI de baixa altura. Apesar de possuírem alturas inferiores aos demais tipos de edificações simuladas, a sua alta taxa de ocupação fez com que suas obstruções sejam maiores, como observado nas máscaras apresentadas.

Em relação aos cenários heterogêneos, notou-se que as variações entre níveis foram mais influentes nos impactos das edificações mais baixas quando as edificações mais altas estão localizadas no nível um. Já a variação entre níveis mostrou que as edificações baixas são favorecidas pela redução da obstrução pelas edificações mais altas.

5.5.2. Considerações sobre a aplicação do método no cenário real

A finalização da aplicação do método utilizando um cenário real foi importante para a experimentação da proposta. Apesar de já ter sido feita uma aplicação utilizando este tipo de cenário na forma de estudo piloto, as modificações do método desde então foram consideráveis.

As simulações utilizando cenários virtuais auxiliaram na compreensão dos impactos referentes à iluminação e insolação em termos de quantificação e distribuição nos diagramas. Ao longo das análises do cenário real, verificaram-se comportamentos já observados nos cenários virtuais, como, por exemplo, a repetição das fachadas mais

sensíveis aos impactos em relação à insolação em virtude da disponibilidade de RSP+M, conforme descrito no capítulo.

5.5.3. Considerações sobre a utilização de medidas mitigatórias

Em relação às medidas mitigatórias, cabe salientar o conceito da palavra mitigar, que neste caso significa amenizar impactos adversos. Esta amenização pode ser parcial ou total.

A amenização total dificilmente ocorrerá em impactos Adversos Consideráveis, no caso da iluminação natural, como mencionado neste capítulo. Em uma vizinhança obstruída a ponto do FLDV não atingir os 10%, a amenização inviabilizaria a própria construção do OI. Neste sentido, a situação ideal seria se o regime urbanístico ao longo do tempo contemplasse a ausência de impactos de qualquer edificação sobre as demais.

Além destas questões, o EIV deve ser avaliado através de um projeto arquitetônico em suas fases iniciais. Desta forma, as mitigações propostas poderão ser incorporadas antes da construção do empreendimento.

6. CONCLUSÕES

6.1. Introdução

O objetivo principal desta tese foi o desenvolvimento de um método para avaliar os impactos no acesso à iluminação natural e insolação em vizinhanças urbanas causados por novas edificações. Nos dias atuais, garantir o acesso à iluminação natural e insolação de maneira satisfatória nas edificações tem-se tornado cada vez mais difícil com o aumento da densificação urbana. A importância na proposição deste método está na obtenção de uma ferramenta consistente para a avaliação dos impactos de novas edificações. Se forem constatados impactos adversos, as alterações no projeto arquitetônico poderão ser feitas favorecendo o acesso a estes recursos pela vizinhança.

As principais conclusões sobre esta pesquisa estão descritas nos itens a seguir.

6.2. Conclusões sobre a proposição do método

O ponto de partida da proposição do método foi a definição dos parâmetros de desempenho e a técnica específica. Através de pesquisas realizadas, observou-se que na literatura da área existem parâmetros e técnicas adequados para a avaliação da iluminação natural e insolação passíveis de adaptações para as particularidades dos estudos de impacto de vizinhança. Em relação aos EIVs, constatou-se que a maioria dos estudos brasileiros não tem sido adequados; já no âmbito internacional, principalmente na Inglaterra, observou-se maior consistência, com a utilização de parâmetros adaptados à realidade local.

Com estas informações aliadas às pesquisas realizadas na literatura específica da área, foram definidos os parâmetros de desempenho e a técnica de análise. Para a avaliação da iluminação natural, adotou-se o Fator de Luz Diurna Vertical como principal parâmetro e a Janela de Céu Preferível como complementar. O FLDV é conhecido como um dos parâmetros mais adequados por considerar a parcela incidente de iluminação natural de acordo com a disponibilidade de luz em um plano horizontal externo livre de obstruções. A determinação do valor mínimo de referência demandou análises de pesquisas realizadas na área, inclusive na tentativa de incorporar diferenças

climáticas. Como resultado, adotou-se o valor de 10% como sendo a quantidade mínima de iluminação natural que deve incidir nas fachadas.

O parâmetro complementar, JCP, pode ser definido como uma porção do céu onde o potencial da iluminação natural em ambientes internos é máximo. A obstrução excessiva da JCP por determinado objeto de impacto indica reduções consideráveis no valor de FLDV.

Em relação à insolação, optou-se pelo conceito de Radiação Solar Ponderada associado às zonas bioclimáticas brasileiras. Se esta radiação for positiva, a radiação solar é desejável, ou seja, a exposição solar é necessária para promover aquecimento e reduzir o desconforto térmico. Com o objetivo de considerar esta necessidade em climas com estações compostas no Brasil, as cidades pertencentes às zonas bioclimáticas 1, 2 e 3 devem avaliar o impacto de novas obstruções nas RSP+. As demais cidades, por possuírem estações com temperaturas mais elevadas durante todo o ano, devem considerar apenas os impactos relativos à iluminação natural, pois este recurso é mais restritivo que o anterior em termos de obstrução. Não há necessidade de aquecimento, apenas na provisão de iluminação natural suficiente para o desenvolvimento das atividades visuais.

Como descrito anteriormente, o parâmetro RSP considera particularidades do clima local, assim como outros descritos na revisão bibliográfica (capítulo 2), como horas de sol e radiação solar incidente. Apesar disso, a utilização do método não está limitada apenas às cidades brasileiras. Através dos dados de temperaturas externas e radiações solares horárias é possível obter os valores de RSP para qualquer localidade.

A integração dos parâmetros descritos foi realizada através da representação gráfica das condições de visibilidade/obstrução da vizinhança de pontos de análises situados nas fachadas (máscara). A viabilidade desta técnica apenas foi possível através do aporte computacional do programa Apolux. Ele foi definido como adequado, pois além de fornecer as máscaras sobrepostas à trajetória solar e a JCP, o programa realiza o cálculo do FLDV, incorporando os dados de Radiação Solar Ponderada local. Além da análise visual das máscaras, os valores de cada parâmetro para os pontos podem ser analisados através de planilhas eletrônicas.

As planilhas geradas pelo programa permitiram a análise dos impactos de cada ponto através do critério de suscetibilidade. Acredita-se que este critério seja adequado, pois a natureza dos impactos é graduada de acordo com a magnitude de

redução dos parâmetros. Numa das primeiras proposições deste método, considerou-se esta análise de maneira mais simplificada, o que não permitia uma avaliação mais profunda dos impactos.

Devido à elevada gama de formas urbanas verificadas nas cidades e à complexidade das análises, as simulações realizadas tiveram o objetivo de experimentação do método e não validação. Acredita-se que o método apresentará um resultado satisfatório, pois nele foram incorporados parâmetros de desempenho confiáveis e procedimentos metodológicos consistentes.

6.3. Conclusões sobre a aplicação do método

6.3.1. Conclusões sobre a aplicação nos cenários da pesquisa

A aplicação do método nos cenários teve o objetivo de experimentação do método. Sobre os procedimentos, ressaltam-se alguns aspectos:

a) A importância da simulação inicial em cenários virtuais. A utilização de cenários com ocupação urbana controlada facilitou a aplicação inicial do método. O entendimento dos impactos e as conseqüências deles devido às características das ocupações urbanas foram amadurecidos ao longo do processo. A partir das primeiras análises, percebeu-se que a avaliação dos impactos referentes à iluminação natural foi facilitada nestes cenários, pois os impactos apresentaram-se de maneira simétrica. Já no caso da insolação, ao construir os diagramas, a simetria não foi verificada em função das diferenças na disponibilidade de RSP+. O entendimento dos resultados foi possível através da associação de máscaras das fachadas mais impactadas com as RSP+. Ao analisar o cenário real, com diferentes tipos de ocupação, foi possível realizar associações e, em alguns casos, antecipar quais seriam as edificações mais impactadas através do conhecimento adquirido na análise dos cenários virtuais.

b) As dificuldades na modelagem. A topografia do cenário real foi uma das dificuldades verificadas na etapa de modelagem. A diferença de cota entre o OI e a sua vizinhança foi de 17 metros, correspondendo ao mesmo número de curvas de nível. Estas curvas precisam ser transformadas em polilinhas fechadas para a criação de um sólido com 1 metro de altura. Alguns aerofotogramétricos possuem *splines* que devem ser convertidas. A outra dificuldade refere-se à locação das edificações nestas curvas.

Em planta observam-se quais edificações estão locadas em determinada curva. Estas edificações são modeladas em uma determinada cota de referência no desenho. Por isso, ao deslocá-las para a sua cota real, por vezes, é possível ocorrer enganos. A melhor forma de evitá-los é visualizar o cenário em diferentes vistas ao longo da modelagem, seja em elevação ou perspectiva.

c) A inteligibilidade dos resultados. A magnitude dos parâmetros para cada ponto analisado foi verificada através das planilhas que o programa Apolux fornece ao final da simulação. Os cenários virtuais tiveram de 2.520 a 36.960 pontos e o virtual 3.470. Em função dos números elevados, a visualização das planilhas é fundamental para a otimização das análises. Já as máscaras têm a função de complementar esta análise. Por vezes, alguns resultados nos impactos pareciam inconsistentes. Entretanto, ao verificar as máscaras correspondentes era possível observar o efeito das obstruções e compreender estes resultados.

6.2.1.1. Conclusões sobre os resultados dos cenários virtuais

As principais conclusões a respeito dos cenários virtuais estão dispostas a seguir.

a) Cenários homogêneos

- Os cenários que apresentaram mais impactos adversos foram os que possuem parcelamento regular, ocupação da vizinhança com edificações e OI baixos (5 e 10 pavimentos, respectivamente) e TO elevada. A ocupação regular proporciona maior obstrução da vizinhança que a ocupação alternada pelo fato dos pontos estarem localizados nos centros das fachadas (com exceção das fachadas voltadas para o OI). A ocupação da vizinhança por edificações mais baixas proporciona grandes obstruções em função da combinação com afastamentos reduzidos. Neste tipo de ocupação, muitos dos impactos adversos referentes à iluminação natural foram consideráveis.

- A média dos valores de FLDV e RSP+M nos pontos das edificações das vizinhanças são inversamente proporcionais aos impactos adversos sofridos, ou seja, quanto menor o valor médio destes parâmetros, maiores os impactos adversos verificados.

- Em um mesmo cenário, os impactos adversos relativos à iluminação natural foram maiores se comparado aos da insolação. Pelo fato da disponibilidade do

FLDV não depender da orientação das fachadas, a suscetibilidade é maior aos impactos adversos.

b) Cenários heterogêneos

- Cenários do tipo ENI_5_x: As edificações de 5 pavimentos localizadas no nível 1 destes cenários apresentaram pouca variação nos impactos derivados da ocupação diferenciada (edificações de 10, 15 e 20 pavimentos) no nível 2. Nas fachadas frontais ao OI, a visibilidade das edificações do nível 2 apresentou-se reduzida. Já nas fachadas laterais, a obstrução das edificações do nível 1 apresentaram-se consideráveis, entretanto, a contribuição das edificações do nível 2 é reduzida. As próprias obstruções do nível 1 que influenciam preponderantemente para este resultado.

- Cenários do tipo ENI_x_5: As edificações de cinco pavimentos localizadas no nível 2 destes cenários tiveram seus impactos alterados pelas obstruções causadas pelas edificações do nível 1, assim como no seu cenário homogêneo correspondente (5_OI10_regular). Em suas fachadas frontais ao OI, apenas a ocupação do nível 1 com edificações de 10 pavimentos obstruiu completamente o OI em todos os pavimentos, resultando em impactos do tipo NI. A ocupação com edificações de 15 e 20 pavimentos causou impactos adversos em função da visibilidade do OI através dos afastamentos laterais destas edificações. Nas fachadas laterais das edificações do nível 2 a obstrução causada pelas mesmas é elevada, como nos cenários do tipo ENI_5_x, resultando numa pequena influência das edificações do nível 1.

- Cenários do tipo NNI_5_x: Os impactos adversos nas edificações mais baixas tiveram uma melhora em virtude da diminuição nas obstruções causadas pela edificação vizinha do mesmo nível (contendo 10, 15 ou 20 pavimentos).

- Os cenários heterogêneos apresentaram as mesmas tendências em relação extensão dos impactos nos níveis em relação a iluminação natural e insolação verificada nos cenários homogêneos.

6.2.1.2. Conclusões sobre os resultados do cenário real

A porcentagem de impactos adversos em relação à iluminação natural e insolação verificadas no cenário real apresentaram-se muito próximos, 13,67% e 13,28% respectivamente. Entretanto, no caso da iluminação natural, a maioria dos outros impactos foi Insignificante (63,80%), ou seja, houve reduções do FLDV nestes

pontos. Este tipo de impacto representou apenas 25,40% do total em relação à insolação. Esta diferença é causada pela igualdade de requerimento de FLDV em todas as fachadas, diferentemente no caso da RSP. Além disso, a utilização de um valor de referência como mínimo (10%) favorece a verificação de impactos contendo Adversidade Considerável do tipo I, II, III ou IV, inclusive nos níveis mais afastados do OI.

Apesar de a vizinhança apresentar quase a mesma magnitude de impactos adversos para iluminação natural e insolação, a distribuição destes se deu de formas diferentes. Em relação à insolação, praticamente todos os impactos adversos foram verificados no nível 1. Além de ser o nível mais próximo ao OI, favorecendo estes impactos, as fachadas impactadas estão voltadas para Leste, Norte e Sul. Em relação à iluminação natural, os impactos mais adversos foram verificados no nível 1. Entretanto, o nível 2 também apresentou estes impactos, principalmente nas fachadas voltadas ao OI.

A proximidade das edificações da vizinhança no nível 1, principalmente em relação às laterais, resulta em impactos Adversos Consideráveis em alguns pontos, mesmo sendo pequena a obstrução do OI. Este comportamento também foi verificado nos cenários virtuais contendo edificações de 5 pavimentos. Os impactos Adversos Consideráveis têm sua mitigação dificultada, pois a obstrução da vizinhança já se apresenta excessiva sem a presença do OI.

6.3.2. Conclusões sobre a aplicação do método em estudos de impacto de vizinhança

Em relação aos itens a serem avaliados por Estudos de Impacto de Vizinhança, acredita-se que os termos de referência das Prefeituras Municipais necessitam de mais detalhamento. A inclusão de um banco de métodos e técnicas a serem utilizados padronizaria e elevaria a consistência das análises. Além disso, a análise destes estudos deve ser feita por funcionários especializados. Através destes procedimentos, acredita-se que o EIV possa realmente ser aproveitado para avaliar e reduzir as adversidades causadas por novas edificações propostas (objetos de impacto). Com o processo de revisão dos planos diretores ocorrido nos últimos anos, o EIV foi

incorporado em maior escala. Desta forma, acredita-se que estudos mais aprofundados de como eles têm sido e devem ser realizados serão estimulados.

Além da obrigatoriedade do EIV para alguns empreendimentos, os próprios proprietários dos empreendimentos podem ter interesse neste tipo de estudo.

Para otimizar a utilização do método, seja pela obrigatoriedade ou não, algumas melhorias podem ser efetuadas. Se as cidades possuíssem um arquivo tridimensional disponível, apenas os pontos de análise seriam modelados.

6.4. Limitações da pesquisa

As limitações do método estão relacionadas principalmente às simplificações necessárias na escala urbana:

a) A primeira simplificação refere-se à adoção de valores de referência nas fachadas para os parâmetros de desempenho. Não é possível identificar em cada caso quais seriam as conseqüências destes valores nos ambientes internos das edificações.

b) A adoção do ponto de análise no centro de cada pavimento das fachadas das edificações também visou à simplificação do método. Entretanto, algumas inconsistências podem ocorrer. Nas simulações realizadas para os cenários com parcelamento alternado, o ponto central das fachadas era o mais favorável em termos de desobstrução, por apresentar maior afastamento em relação às edificações vizinhas. Entretanto, se este ponto estivesse localizado mais próximo das extremidades das fachadas, o acesso à iluminação natural e insolação seria prejudicado. Os pontos poderiam estar localizados na localização das aberturas melhorando a precisão do estudo, entretanto, demandaria um aumento no tempo de trabalho.

c) Outra simplificação refere-se à forma das edificações impactadas. Edificações contendo saliências em suas fachadas têm estas formas linearizadas para a localização dos pontos de análise. Esta operação pode não modificar tanto os resultados dos pontos se as saliências não forem consideráveis. Do contrário, os resultados poderão sofrer discrepâncias relevantes.

d) O uso do céu encoberto para a análise da iluminação natural também se apresenta como uma simplificação. Para a análise se tornar mais precisa, uma alternativa seria a utilização de arquivos climáticos. Através de equações matemáticas utilizando os dados disponíveis, os valores de iluminância horizontal externa poderiam

ser obtidos para cada hora do ano, conseqüentemente, variando o FLDV mínimo requerido também.

e) A última limitação, de certa forma, também está relacionada a um processo de simplificação, entretanto em relação à pesquisa e não ao método. A análise de cada cenário demandou considerável tempo, principalmente em relação à tabulação dos dados e verificação dos impactos de cada ponto. Por esta razão, não foi possível analisar muitas variações de cenários e o comportamento do método frente a essas diferenças.

6.5. Recomendações para trabalhos futuros

As recomendações de trabalhos futuros visam à continuidade desta pesquisa, buscando o aperfeiçoamento e possíveis correções do método proposto. Para isso, indicam-se os seguintes incisos:

a) Construir um banco de dados de RSP+ para as principais cidades situadas nas zonas 1, 2 e 3 que possuam dados de temperaturas externas e radiações solares anuais. Desta forma, este banco poderá ser incorporado no programa Apolux que atualmente possui apenas os dados de Florianópolis e Porto Alegre.

b) Pesquisar o valor mínimo necessário de FLDV para que as fachadas das edificações brasileiras apresentem iluminação natural satisfatória. Conforme observado na revisão bibliográfica do capítulo 2, este valor pode variar conforme preferências culturais e fatores climáticos. Além disso, análises mais detalhadas sobre o FLDV recebido e o FLD correspondente no ambiente interno são importantes. A sua distribuição e a magnitude são influenciadas por características do ambiente e da abertura, portanto estas devem ser consideradas neste tipo de avaliação.

c) A proposição de um valor mínimo de referência para as RSP+ também poderia ser realizada. Desta forma, a análise dos impactos não seria mais realizada considerando somente a redução do parâmetro. Outros tipos de impactos seriam vistos para abarcar o atendimento das condições mínimas ou não do parâmetro, assim como no caso da iluminação natural.

d) Como descrito no capítulo 6, alguns impactos adversos, principalmente os consideráveis, dificilmente serão mitigados. Por esta razão, a construção de uma vizinhança que não promova estes tipos de impactos deveria considerar a iluminação

natural e insolação desde o planejamento urbano. Esta consideração pode ser feita através do desenvolvimento de envelopes solares utilizando os parâmetros do método proposto.

e) Incorporar em um único programa computacional métodos para a avaliação dos impactos de vizinhança relacionados ao conforto ambiental e a eficiência energética das edificações. Muitos parâmetros estão relacionados às duas áreas, o que otimizaria o processo.

BIBLIOGRAFIA

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1991). **NB-57 - Iluminância de interiores**. ABNT. Rio de Janeiro. (NB-57).

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1998). Desempenho térmico de edificações: **Parte 1: Definições, símbolos e unidades**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, Brasil.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2005). **NBR 15220-3 Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Rio de Janeiro.

AECOM. **Report assesses the daylight and sunlight overshadowing performance Tara Street Station (2009a)**. Disponível em: <<http://www.tarastreetstation.ie/pdf/Volume5/Chapter%2011%20Lighting%20Assessment.pdf>>. Acessado em jan, 2010.

AECOM. **WEB Residential Scheme (Zephyrus) Environmental Statement (2009b)**. Disponível em: <<http://www.axiomci.com/sos/eis.pdf>>. Acessado em jan, 2010.

ALUCCI, Márcia P., org. **Implantação de Conjuntos Habitacionais: recomendações para adequação climática e acústica**. São Paulo, IPT, 1986.

ARGILES, N.R.L. **Análise das relações e influências do modelo de planejamento estratégico urbano no Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental de Porto Alegre – PDDUA**. 2003. 149p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ARZTEGUI, J. M.; [1980]. **Método para projeto e avaliação de pára-sois externos, visando à otimização do seu desempenho térmico para um clima dado**. Caderno Técnico (CT 17/80), Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil - UFRGS, Porto Alegre, Brazil.

ASSIS, Eleonora Sad de (1995): Bases para a Determinação dos Recuos e Volumetria dos Edifícios, considerando a Insolação e Iluminação Natural, na Revisão da Lei de Uso e Ocupação do Solo de Belo Horizonte, MG. **Anais...** III Encontro Nacional e I Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, ANTAC, Porto Alegre, Brasil. ps. 511/516.

ASSIS, Eleonora Sad de (2002): Critérios de acessibilidade ao sol e à luz natural para conservação de energia em escala de planejamento urbano. **Anais...** VI Encontro Nacional e IV Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, ANTAC, Foz do Iguaçu, Brasil. ps. 991/1000.

AUCKLAND. **Appendix 6: Bulk in relation to boundary (04/07/2003)**. Disponível em: <<http://www.aucklandcity.govt.nz/Council/documents/district/App6.pdf>>. Acessado em: ago, 2009.

AUTODESK. **Ecotect Analysis 2010: Visualize sustainable design**. Disponível em: <http://images.autodesk.com/adsk/files/ecotectanalysis_detail_brochure.pdf>. Acessado em: set, 2010.

BARRING, L.; MATTSSON, J. O.; LINDQVIST, S. (1985): Canyon geometry, street temperatures and urban heat island in Malmo, Sweden. **J Climatol**. 5: 433–444.

BENEVOLO, L. **História da cidade**. S.Paulo, Perspectiva, 1983, p.566.

BRANDON, Peter S.; POWELL, James A. **Quality and profit in building design**. London: Spon, 1984, p.41.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts.182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 de jul. 2001.

BROADWAY MALYAN. **Kirkby Town Centre Regeneration - Sunlight and Daylight study (2007)**. Disponível em: <<http://inquiry.knowsley.gov.uk/Core%20Documents/CD%201.9.6%20SunlightDaylightStudy.pdf>>. Acessado em jan, 2010.

BRUNDTLAND, Relatório. **Our Common Future**. World Commission on Environmental and Development. Oxford University Press: Oxford, 1987, p.46.

BODART, M.; DENEYER, A.; GILBERT, V. Validation of the Belgian single-patch sky and sun simulator. **Building and Environment**, 43 (2008) 1892-1901.

BORTOLI, Fábio. **O shopping center em Porto Alegre: estudos tipológicos e morfologia urbana**. 2006. 166 f. + 1 f. dobrada : il. ; 30 x 42 cm dobrada em 30 x 21 cm.

CARR, LYNCH, HACK and SANDELL INC. **Draft project impact report, draft environmental impact report for New England medical center hospitals (1992)**. Disponível em: <<http://www.archive.org/details/draftprojectimpa00carr>>. Acessado em jan, 2010.

CAPELUTO I.G.; YEZIORO, A.; BLIEBERG, T.; SHAVIV, E. (2006): **Solar Rights in the Design of Urban Spaces**. PLEA 2006, Clever design, affordable comfort: A challenge for low energy architecture and urban planning, 23rd International Conference on Passive and Low Energy Architecture, Geneva, Switzerland.

CAPOBIANCO, J. O que podemos esperar da Rio 92? **In: São Paulo em Perspectiva – Desenvolvimento e Meio Ambiente**, São Paulo, vol.6. n1 e 2, p. 13-17, 1992.

CHAPMAN, Lee, (2000): Improved one dimensional energy balance modeling utilizing sky-view factors determined from digital imagery”, **Proceedings...** of the 10th SIRWEC Conference, Davos-Switzerland, March 2000. (www.sirwec.org/conferences/davos2000.html).

CHAPMAN, L.; THORNES, J. E.; BRADLEY, A.V. **Rapid determination of canyon geometry parameters for use in surface radiation budgets**. Theoretical and Applied Climatology, 2001, Vol. 69, 81-89.

CHENG, V.; STEEMERS, K.; MONTAVON, M.; COMPAGNON, R. (2006): Urban Form, density and Solar Potential, **In...** Proceedings Plea 2006, Geneva.

CLARO, Anderson; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Centro Tecnológico. **Modelo vetorial esférico para radiosidade aplicado à iluminação natural** /. Florianópolis, 1998. 90f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.

CLARO, A.; PEREIRA, F.O.R.; LEDO, R.F. (2005): Apolux – An Innovative Computer Code for Daylighting Design and Analysis in Architectural and Urbanism, **Proceedings...** of the 9th IBPSA Conference, Montreal-Canada, August 2005.

CÓRICA, L., et al. Influencia de la luz natural en entornos urbanos en climas soleados. Análisis y aplicabilidad de herramientas de evaluación. **Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente**, v.6, n.1, p.13-18. 2002.

CORREIA, P. V. D. **Políticas de Solos no Planeamento Municipal**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1993, p.13.

CPTEC/INPE, **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. São José dos Campos: PNUMA, 2006.

CROMPTON, D. H. (1955): The Daylighting Code. **In...** The Town Planning Review, Liverpool University, England vol. XXVI n°3, p.155-164. Oct, 1955.

DAVID JARVES ASSOCIATES. **Cheltenham proposed housing development daylight impact assessment draft (2008)**. Disponível em: <<http://planning2.tewkesbury.gov.uk/WAM/doc/Other%20Reports194992.pdf?extension=.pdf&id=194992&location=VOLUME1&contentType=application/pdf&pageCount=1>>. Acessado em jan, 2010.

DAVIS, Kingsley. A Urbanização da Humanidade. In: **Cidades, A Urbanização da humanidade**, 1982, p.15, Rio de Janeiro, Zahar Editores.

DELVA & PATMAN ASSOCIATES. **186 Hoe Street Walthamstow, London. e17 - Daylight study (2009)**. Disponível em: <<http://fighttheheight.googlepages.com/DaySunReportJune2009Addendum.pdf>>. Acessado em jan, 2010.

DU, J.; SHARPLES, S. Analysing the impact of reflectance distributions and well geometries on vertical surface daylight levels in atria for overcast skies. **Building and Environment**, 36 (2010) 1-13.

EL-AD GROUP. **Étude d'impact sur l'ensoleillement – Secteur Nordelec (2006)**. Disponível em: < <http://www2.ville.montreal.qc.ca/ocpm/pdf/P34/3b.pdf>>. Acessado em: fev, 2009.

ENVIRON UK. **Calton Gate – Daylight, sunlight and overshadowing (2007b)**. Disponível em: <<http://citydev-portal.edinburgh.gov.uk/WAM/doc/Page-1.jsessionid=0AAE8F15A353FF5D5A890A0F52C65DE0?extension=.pdf&page=1&wmTransparency=0&id=579356&wmLocation=0&location=VOLUME1&contentType=application%2Fpdf&wmName=&pageCount=8>>. Acessado em jan, 2010.

EPSILON ASSOCIATES. **Children Hospital – Supplemental materials – urban design (2009)**. Disponível em: <http://www.childrenshospital.org/about/Site1394/Documents/Supplemental_Materials_CH2_UrbanDesign.pdf>. Acessado em jan, 2010.

EYCK, V. A. **Aldo Van Eyck: Writings**. Sun Publishers. The Netherlands, 2006.

FERRARI, Celson. **Dicionário de Urbanismo**. São Paulo: Disal Editora, 2004, p.280.

FERRARI, J. C. Limites e potencialidades do planejamento urbano: uma discussão sobre os pilares e aspectos recentes da organização espacial das cidades brasileiras. In: **Estudos Geográficos**, Rio Claro, 2(1):15-28, junho – 2004.

FLORIANÓPOLIS. **Termo de Referência N° 01-2004: Diretrizes para realização dos estudos de impacto de vizinhança exigidos pela Lei 10.257/01**. Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis, 2004.

FREEWAN, A.A.; SHAO, L.; RIFFAT, S. Validation of the Belgian single-patch sky and sun simulator. **Solar Energy**, 82 (2008) 343-353.

GALASIU, A.D.; ATIF, M.R. Applicability of daylighting computer modeling in real case studies: comparison between measured and simulated daylight availability and lighting consumption. **Building and Environment**, 37 (2002) 363-377.

GRAZZIOTIN, Pablo Colossi. **Técnicas de incorporação de controle de acesso à luz solar em modelos computacionais de edificações**. Porto Alegre, 2007. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Computação.

HEGGIES. **Frasers broadway site concept plan – Daylighting Report (2008)**. Disponível em: <<http://www.frasersbroadway.com.au/broadway/PDFs/Modified%20concept%20plan/Appendix%20J/Daylight%20Report.pdf>>. Acessado em jan, 2010.

HKSAR. Buildings Department. **Lighting and ventilation requirements – performance-based approach, practice note for authorized persons and registered structural engineers PNAP278**. China: The Government of the Hong Kong Special Administrative Region; 2003.

HMSO (1982): **Sunlight and Daylight: Planning Criteria and Design of Buildings**, 50 p., Dept. of The Environment Welsh Office, London.

HOPKINSON R. G.; PETHERBRIDGE P.; LONGMORE J. **Daylighting**. London: Heinemann, 1966.

HUMPHREYS, M. (1978): **Outdoor temperatures and confort indoors**. Building Research and Practice, UK.

HVIID, C.A.; NIELSEN, T.R.; SVENDSEN, S. Validation of the Belgian single-patch sky and sun simulator. **Solar Energy**, 82 (2008) 787-798.

International Organization for Standardization (ISO), ISO 8995: 2002. **Ligthing of Indoor Workplaces**. Genebra, 2002.

JASON ASSOCIATES. **Rowers Wharf Development - Final Environmental Impact Report (1992)**. Disponível em: <<http://ia311204.us.archive.org/3/items/roweswharfdevelo02rowe/roweswharfdevelo02rowe.pdf>>. Acessado em jan, 2010.

JOHNSON, G. T.; WATSON, I. D. (1984): The determination of view-factors in urban canyons. **J Climate Appl.Meterol**. 23: 329–335.

KIEFER, Flávio. Em Porto Alegre, Um Caso de Verticalização Controlada. **Projeto Design**, São Paulo, v. 122, p. 59-61, 1989.

KNOWLES, R. L. (1981): **Sun Rhythm Form**, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

KIRSCHBAUM, Carlos. A iluminação eficiente de cidades: um enfoque globalizador. In: MASCARÓ, Lucia (org.). **A iluminação do espaço urbano**. Editora Masquatro, 2006, p. 16.

LAMBERTS, R.; PEREIRA, F.; DUTRA, I. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: Ed. PW, 1997, p.23.

LEDER, Solange Maria. **Ocupação urbana e luz natural: proposta de parâmetro de controle da obstrução do céu para garantia da disponibilidade de luz natural**. Florianópolis, 2007. 240 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil.

LENZHOLZER, Sandra. Conceptualizing urban places as a “Fourth Skin”. In PLEA2006 - The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture 6-8 September 2006, Geneva, Switzerland. **Proceedings...** Geneva: PLEA, 2006, CD-ROM.

LESLIE, R. P. Capturing the daylight dividend of buildins: why and how? **Build and Environment**. N. 38 , p. 381 – 385, 2003.

LI, D.H.W; TSANG, E.K.W. An analysis of daylighting performance for office building in Hong Kong. **Building and Environment**, 43 (2008) 1446-1458.

LI, D. H. W.; Cheung, G. H. W.; Cheung, K. L.; LAM, J. C. Simple method for determining daylight illuminance in a heavily obstructed environment, **Building & Environment**, Vol. 44, Elsevier Science Ltd., pp. 1074-1080, 2009.

LINDBERG et al (2003): Urban Geometry and Temperature Variations. **Proceedings... Fifth International Conference on Urban Climate**, Poland. Disponível em: <http://nargeo.geo.uni.lodz.pl/~icuc5/text/O_14_1.pdf>. Acessado em: ago, 2009.

LITTLEFAIR, P. **Site layout planning for daylight and sunlight: a guide to good practice**. Garston: Building Research Establishment report, 1991. 82p.

LITTLEFAIR, P., (1998): Passive solar urban design: ensuring the penetration of solar energy into the city, **Renewable and Sustainable Energy Reviews** 2, p. 303-326.

LITTLEFAIR, P. (2001): Daylight, sunlight and solar gain in the urban environment, **Solar Energy**, 70:3 (2001) 177-185.

MARICATO, E. Planejamento urbano no brasil: As idéias fora do lugar e o lugar fora das idéias, in Arantes, O., Maricato, E. e Vainer, C.: **O Pensamento Único das Cidades: desmanchando consensos**, Petrópolis: Vozes, 2000, p.125.

MARICATO, E. **Brasil, cidades, alternativas para a crise urbana**. Petrópolis: Vozes, 2001, p. 16.

MATUS, V. **Design for northern climates**. New York: Van Nostrand, 1988.

MEIRELLES, Hely Lopes. **Direito municipal brasileiro**. 3 ed. São Paulo, Revista dos Tribunais, 1977, p. 611.

MEIRIÑO, Marcelo J. **Arquitetura e Sustentabilidade**, 2004. Disponível em: <http://www.unb.br/fau/disciplinas/SC1/SC1-Textos/012_Arquiteturaesustentabilidade.pdf>. Acessado em: ago 2008.

MENDES, Armando Leitão. **Estudo e relatório de impacto de vizinhança: construção de Centro Comercial Plaza Shopping – Região Praias da Baía (2008a)**. Disponível em: <<http://www.urbanismo.niteroi.rj.gov.br/>>. Acessado em: fev, 2009.

MENDES, Armando Leitão. **Estudo e relatório de impacto de vizinhança: construção de condomínio residencial multifamiliar – Rua Coronel Tamarindo (2008b)**. Disponível em: <<http://www.urbanismo.niteroi.rj.gov.br/>>. Acessado em: fev, 2009.

MENDES, Armando Leitão. **Estudo e relatório de impacto de vizinhança: construção de condomínio residencial multifamiliar - Alameda São Boaventura (2008c)**. Disponível em: <<http://www.urbanismo.niteroi.rj.gov.br/>>. Acessado em: fev, 2009.

METROPOLIS PD. **Drayton Garden Village - Daylight and Sunlight Impact (2009)**. Disponível em: <http://www.hillingdon.gov.uk/media/pdf/c/h/Daylight_Sunlight_-_background_information.pdf>. Acessado em jan, 2010.

MINISTÉRIO DAS CIDADES, Secretaria Nacional de Transportes e Mobilidade. **Política nacional de mobilidade sustentável**, 2004. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/>>. Acessado em: mai 2007.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. **Estudo de Impacto de Vizinhança - EIV. Descrição. Aplicabilidade. Diferenças entre EIV e EIA/RIMA**. Disponível em: <http://4ccr.pgr.mpf.gov.br/institucional/grupos-de-trabalho/gt-zona-costeira/docs-zona-costeira/it_156-08_eiv.pdf>. Acessado em: out, 2008.

MORAES, O. **Avaliação do desempenho térmico de uma residência na região central de Campinas**. Campinas, 1999. 252 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Estadual de Campinas.

MOREIRA, A. C. M. L. **Conceito de Impacto de Vizinhança, conteúdos mínimos a serem avaliados - Métodos e Técnicas de Análise/ tendências e desafios**. Seminário: Estudo de Impacto de Vizinhança - a lei do EIV em Porto Alegre. Organização: Secretaria Municipal de Planejamento de Porto Alegre & Ministério Público do Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em cd-room fornecido pela Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Porto Alegre, 2008.

MORETTI, Ricardo S. **Crítérios de Urbanização para Empreendimentos Habitacionais** [Tese de Doutorado apresentada à Escola Politécnica da USP], São Paulo, 1993.

NBA Tectonics. **A study of passive solar housing estate layout**. Report S0015 Harwell ETSU\0877.

NEEMAN, E.; LIGHT, W. **Availability of sunshine**. BRE Current Paper CP 75:75, 1975.

NE'EMAN. E.; HOPKINSON, R. G. (1976) **Sunlight in Buildings**. Requirements and Recommendations, CIE Publication N 36.

NG, E. (2003): A new method for daylight design of high-density cities – experiences from Hong Kong. **In...** Proceedings of Passive Low Energy Architecture PLEA03 Conference, Santiago de Chile, November paper D-6.

NG, E. (2005): A study of the relationship between daylight performance and height difference of buildings in high density cities using computational simulation. In: International Building Performance Simulation Conference; 9, 2005, Montreal, Canadá. **Proceedings...** Montreal: IBPSA - International Building Performance Simulation Association, 2005, p.847-852.

NOR, S.; PAPST, A. L. **Estudo do Impacto de Vizinhança - Ambiente Urbano e Participação Comunitária**. In: International Congress on Environment Planning and management, 2005, Brasília. Environmental Challenges of Urbanization, 2005.

OBOLENSKY, N. V.; KORZIN O. A. (1982): **Insolation and sun control in the field of construction: the progressive ways of their normalisation and regulation**. In

Proceedings of CIB Symposium in Building Climatology, Moscou, União Soviética, pp. 498–520.

OKE, T. (1981): Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observations. **J. Climatol.** 1: 237–254.

OVER ARUP & PARTNERS. **Rolling Stock Project - Sunlight and Daylight Comparative Diagrams and Cumulative Shadow Diagrams (2009)**. Disponível em: <<http://www.crawley.gov.uk/stellent/groups/public/documents/plappother/int170611.pdf>>. Acessado em jan, 2010.

PEREIRA, F.O.R. **Iluminação natural no ambiente construído**. Apostila do Curso oferecido durante o III Encontro Nacional e I Latino-Americano de Conforto Ambiental, ANTAC, Gramado, RS, 1995.

PEREIRA, F.O.R., SOUZA, M. **Apostila de iluminação natural**. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Florianópolis, 2000.

PEREIRA, F. O. R.; NOME SILVA, C. A., TURKIENIKZ, B., A methodology for sunlight urban planning: a computer-based solar and sky vault obstruction analysis, **Solar Energy**, 70:3 (2001) 217-226.

PEREIRA, Roberto Carlos. **Avaliação de ferramentas de simulação de iluminação natural por meio de mapeamento digital de luminâncias da abóboda celeste e entorno**. Florianópolis, SC, 2009. 161 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil

PLEIJEL, G. The computation of natural radiation in architecture and town planning. **Meddelande** (Bulletin) N. 25. Estocolmo: Statens Nämnd för Byggnadsforskning, 1954.

PORTO ALEGRE. Secretaria Municipal de Planejamento. **Projeto de Lei – Plano Diretor de Porto Alegre (2007)**. Disponível em: < <http://www.portoalegre.rs.gov.br/>>. Acessado em: set, 2008.

PROCEL/ELETOBRAS. **Programa nacional de conservação de energia elétrica: áreas de atuação – edificações**. Disponível em <http://www.eletobras.gov.br/procel> acessadoem: 10 jul. 2007.

RATTI, C.F.; RICHENS, P. (1999): Urban texture analysis with image processing techniques. **Proceedings...** of the CAADFutures 99, Atlanta, GE. 1999.

ROBBINS, C.L. (1986): **Daylighting: Design and Analysis**. Van Nostrand Reinhold Co., NY.

ROSSI, A.M.G. **Novos conceitos em tipologia e tecnologia na construção habitacional com apoio governamental: uma comparação entre Brasil e Alemanha**. Volumes I e II. 1999. 480p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federa do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

RUANO, M. **Ecourbanismo. Sustainable human settlements: 60 cases studies** Barcelona: Gustavo Gil, 1999. 192 p., p.14.

SANTOS, C. N. F. dos. **A cidade como um jogo de cartas**. Niterói, Universidade Federal Fluminense: EDUFF; São Paulo: Projeto Editores, 1988, p.160.

SILVA, Elvan. Porto Alegre considerações sobre a produção da paisagem urbana. In: PANIZZI, Wrana, ROVATI, João (org.). **Estudos Urbanos: Porto Alegre e seu planejamento**. Porto Alegre: Editora da Universidade Ufrgs, 1993, v. 1, p. 212-213, p.17-18.

SOUZA, L.C.L. **Influência da geometria urbana na temperatura do ar ao nível do pedestre**. São Paulo, SP, 1996. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de São Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos. Programa de Pós-graduação em ciências da Engenharia ambiental.

SJOBORG, G. Origem e evolução das cidades. In: **Cidades, A Urbanização da humanidade**, 1982, p.36, Rio de Janeiro, Zahar Editores.

STEYN, D. G. (1980): The calculation of view-factors from fisheye-lens photographs: Research note. *J. Atmos. Ocean Sci*, **18**, 254–258.

SOLUM. **Epsom Railway Station – Sunlight and Daylight Assessment (2009)**. Disponível em: <<http://www.epsom-ewell.gov.uk/NR/rdonlyres/434BAB1A-2445-47F9-8F83-3B0D053E1B3F/0/Pages/1to17DaylightSunlightReport.pdf>>. Acessado em jan, 2010.

SVENSSON, M.K. (2004): **Sky view factor analysis - implications for urban air temperature differences**. Meteorological Applications, 11, pp. 201-211.

THORNDIKE, E. H. **Energy and Environment: a primer for scientist and engineers**. Addison: Wesley Publishing Company, USA, 1979.

TREGENZA (1993): **Sunlight, skylight and electric light**. Palestra. Encac – Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. Florianópolis: CD-ROOM, 1993.

TREGENZA, P. **Daylight criteria and a simple graphical tool**, notas não publicadas enviadas para o autor, 2001.

TURKIENICZ, B. ; OLIVEIRA, B. B. ; GRAZZIOTIN, Pablo Colossi . CityZoom: A Visualization Tool for the Assessment of Planning Regulations. **International Journal of Architectural Computing**, v. 6, p. 79-95, 2008.

URS CORPORATION. **East India Dock Road Daylight, Sunlight and Overshadowing Final Report (2006)**. Disponível em:<<http://194.201.98.213/WAM/doc/Other-400735.pdf?extension=.pdf&id=400735&appid=&location=VOLUME4&contentType=application/pdf&pageCount=1>>. Acessado em jan, 2010.

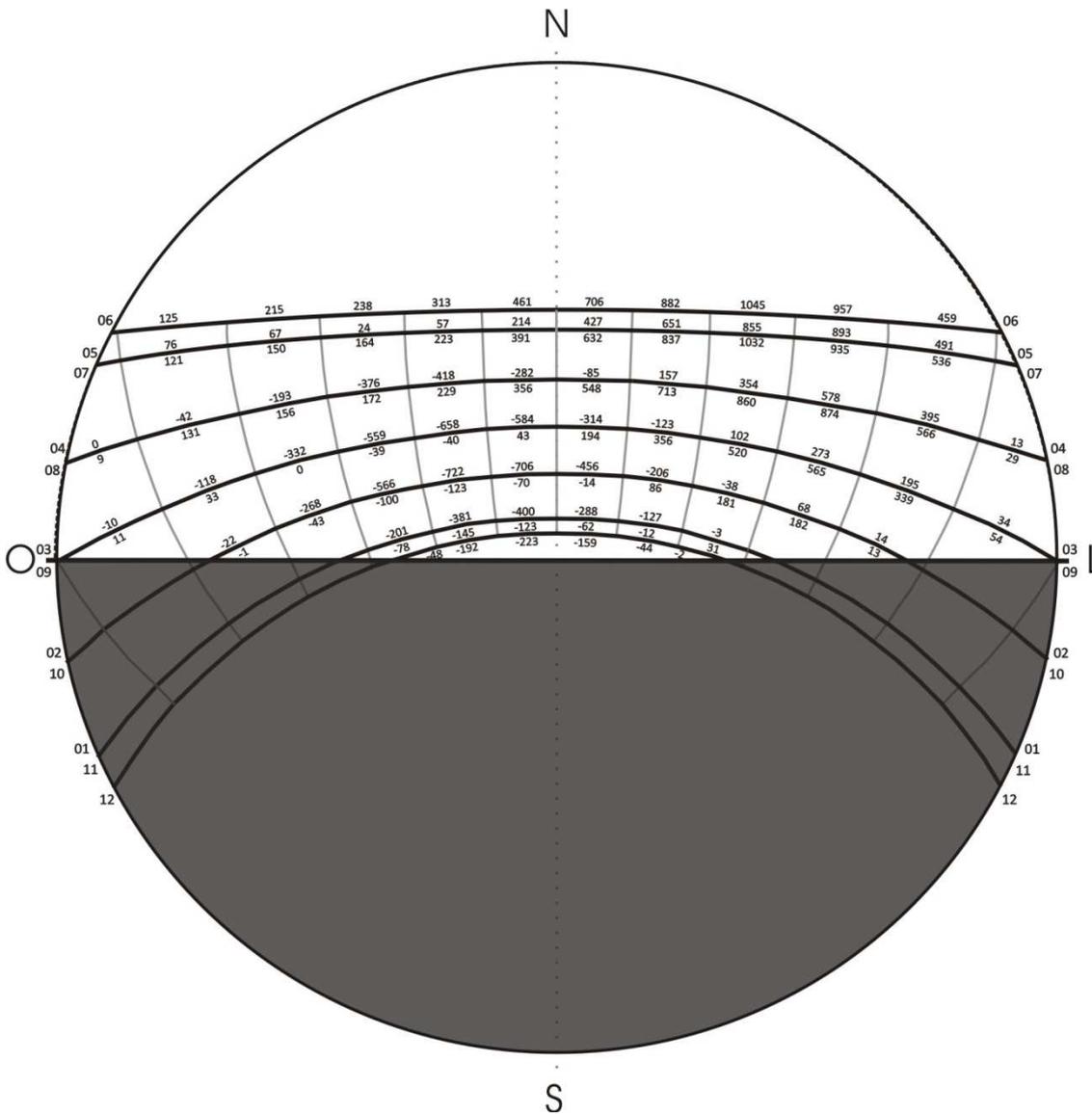
VASCONCELLOS, Sylvio de. **Arquitetura, dois estudos**. [2a ed.]. [brasilia]: Mec, Secretaria da Educação Superior; [Goiania]: Universidade Catolica de Goias, Departamento de, 1983, p.20.

APÊNDICES

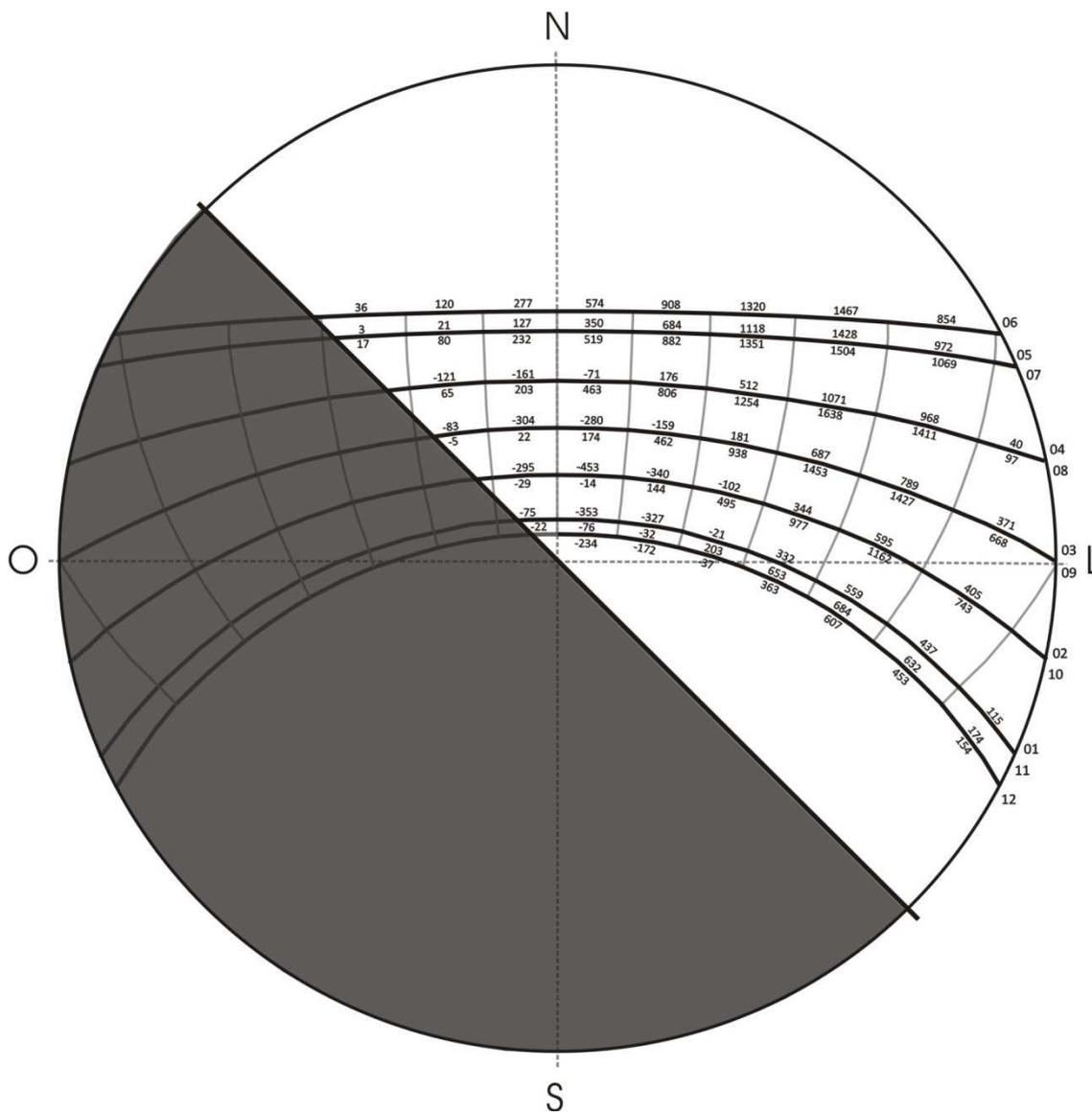
Apêndice A: Radiações Ponderadas para Porto Alegre

Diagramas Solares:

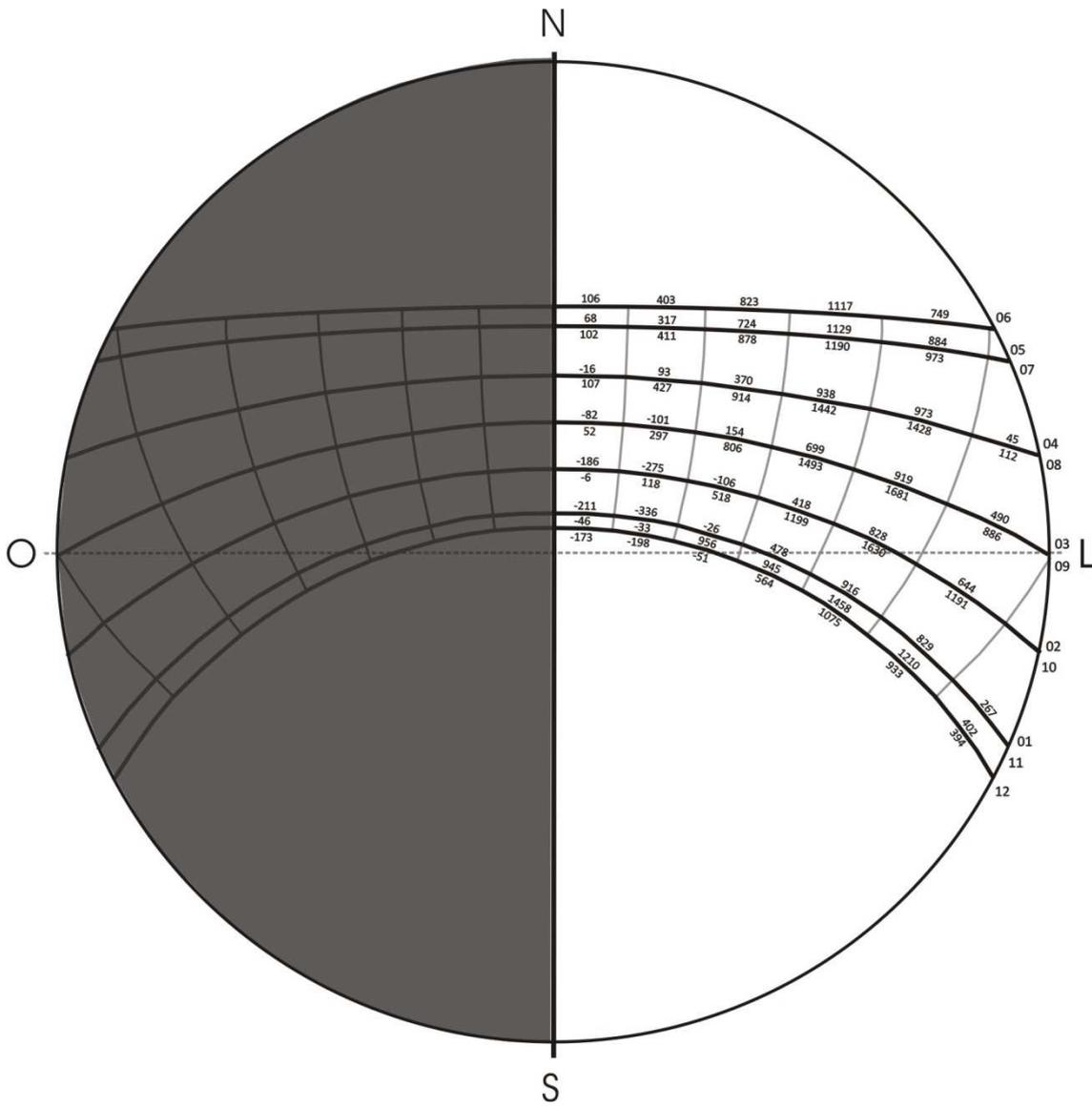
1. Fachada Norte:



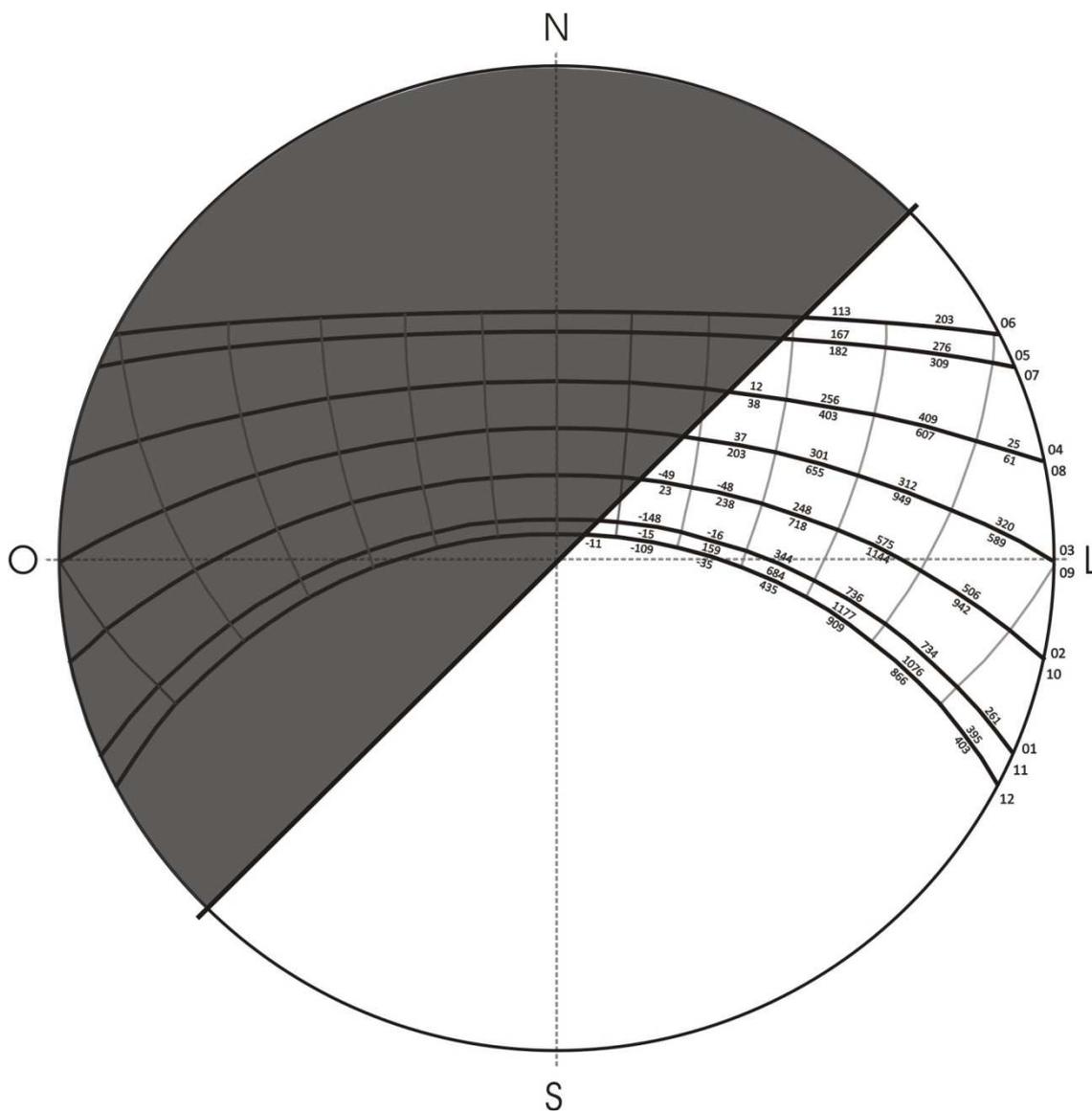
2. Fachada Nordeste:



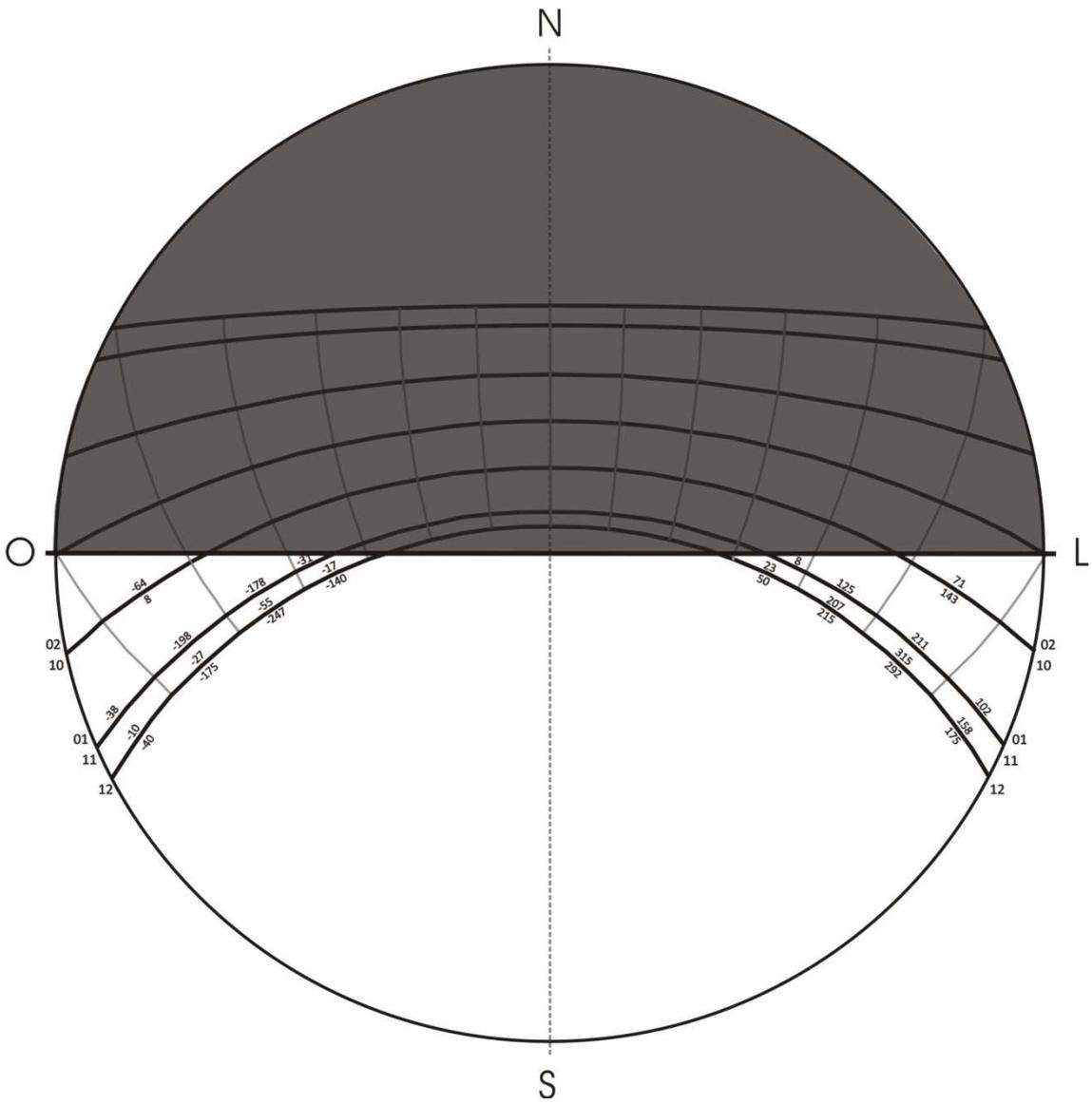
3. Fachada Leste:



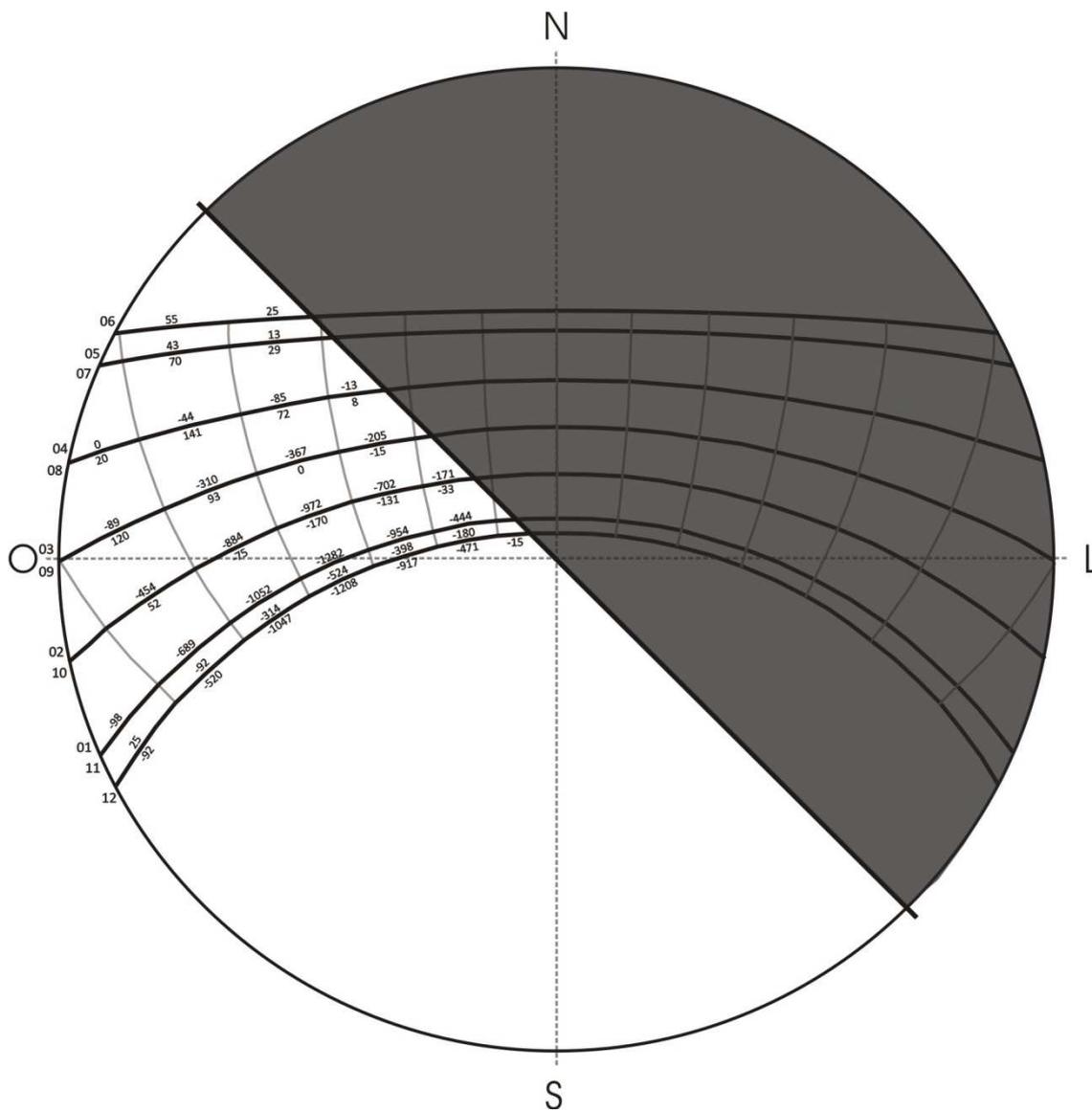
4. Fachada Sudeste:



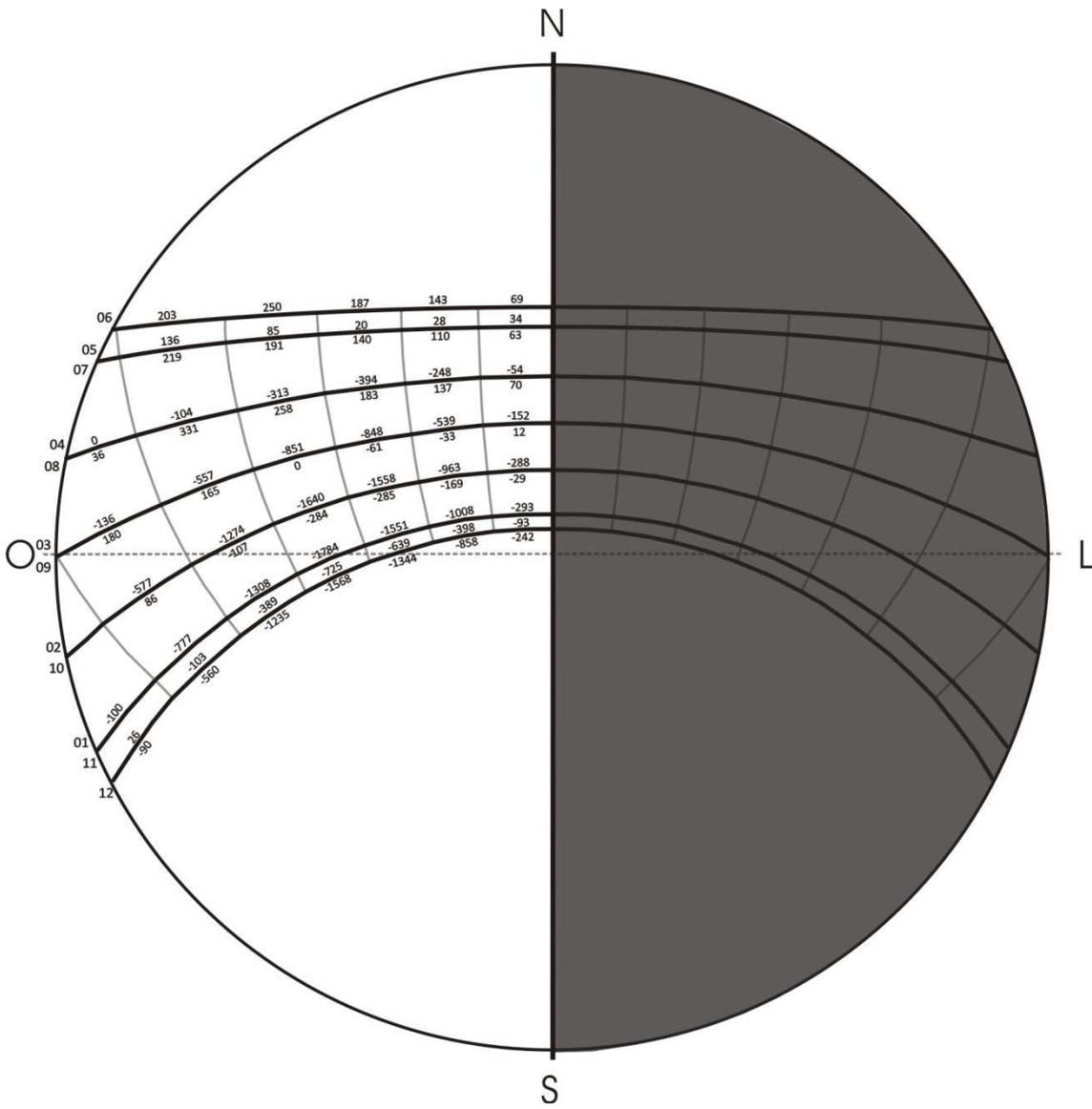
5. Fachada Sul:



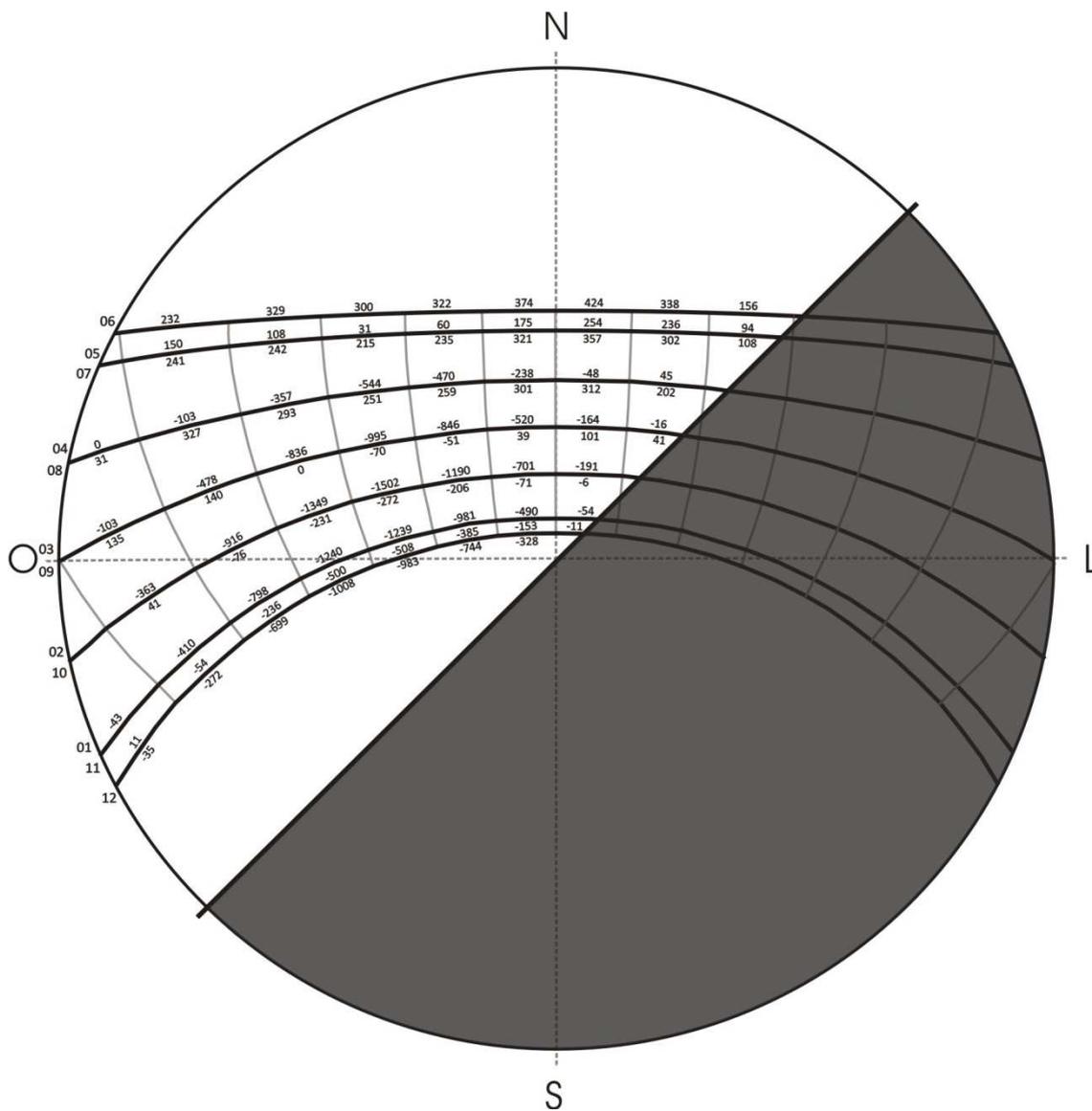
6. Fachada Sudoeste:



7. Fachada Oeste:



8. Fachada Noroeste:



Tabelas com valores de RP por mês:

1. Janeiro:

JANEIRO - Valores Desejabilidade Fachadas								
Hora	N	NE	L	SE	S	SO	O	NO
5 a 6		115	267	261	102			
6 a 7		437	829	734	211			
7 a 8		559	916	736	125			
8 a 9		332	478	344	8			
9 a 10	-3	-21	-26	-16				
10 a 11	-127	-327	-336	-148				
11 a 12	-288	-353	-211					-54
12 a 13	-400	-75					-293	-490
13 a 14	-381					-444	-1008	-981
14 a 15	-201					-954	-1551	-1239
15 a 16					-31	-1282	-1784	-1240
16 a 17					-178	-1052	-1308	-798
17 a 18					-198	-689	-777	-410
18 a 19					-38	-98	-100	-43
Total	-1400	667	1917	1911	1	-4519	-6821	-5255

2. Fevereiro:

FEVEREIRO - Valores Desejabilidade Fachadas								
Hora	N	NE	L	SE	S	SO	O	NO
6 a 7		405	644	506	71			
7 a 8	14	595	828	575				
8 a 9	68	344	418	248				
9 a 10	-38	-102	-106	-48				
10 a 11	-206	-340	-275	-49				
11 a 12	-456	-453	-186					-191
12 a 13	-706	-295					-288	-701
13 a 14	-722					-171	-963	-1190
14 a 15	-566					-702	-1558	-1502
15 a 16	-268					-972	-1640	-1349
16 a 17	-22					-884	-1274	-916
17 a 18					-64	-454	-577	-363
Total	-2902	154	1323	1232	7	-3183	-6300	-6212

3. Março:

MARÇO - Valores Desejabilidade Fachadas								
Hora	N	NE	L	SE	S	SO	O	NO
6 a 7	34	371	490	320				
7 a 8	195	789	919	312				
8 a 9	273	687	699	301				
9 a 10	102	181	154	37				
10 a 11	-123	-159	-101					-16
11 a 12	-314	-280	-82					-164
12 a 13	-584	-304					-152	-520
13 a 14	-658	-83					-539	-846
14 a 15	-559					-205	-848	-995
15 a 16	-332					-367	-851	-836
16 a 17	-118					-310	-557	-478
17 a 18	-10					-89	-136	-103
Total	-2094	1202	2079	970	0	-971	-3083	-3958

4. Abril:

ABRIL - Valores Desejabilidade Fachadas								
Hora	N	NE	L	SE	S	SO	O	NO
6:30 a 7	13	40	45	25				
7 a 8	395	968	973	409				
8 a 9	578	1071	938	256				
9 a 10	354	512	370	12				
10 a 11	157	176	93					45
11 a 12	-85	-71	-16					-48
12 a 13	-282	-161					-54	-238
13 a 14	-418	-121					-248	-470
14 a 15	-376					-13	-394	-544
15 a 16	-193					-85	-313	-357
16 a 17	-42					-44	-104	-103
17 a 17:30	0					0	0	0
Total	101	2414	2403	702	0	-142	-1113	-1715

5. Maio:

MAIO - Valores Desejabilidade Fachadas								
Hora	N	NE	L	SE	S	SO	O	NO
7 a 8	491	972	884	276				
8 a 9	893	1428	1129	167				
9 a 10	855	1118	724					94
10 a 11	651	684	317					236
11 a 12	427	350	68					254
12 a 13	214	127					34	175
13 a 14	57	21					28	60
14 a 15	24	3					20	31
15 a 16	67					13	85	108
16 a 17	76					43	136	150
Total	3755	4703	3122	443	0	56	303	1108

6. Junho:

JUNHO - Valores Desejabilidade Fachadas								
Hora	N	NE	L	SE	S	SO	O	NO
7 a 8	459	854	749	203				
8 a 9	957	1467	1117	113				
9 a 10	1045	1320	823					156
10 a 11	882	908	403					338
11 a 12	706	574	106					424
12 a 13	461	277					69	374
13 a 14	313	120					143	322
14 a 15	238	36					187	300
15 a 16	215					25	250	329
16 a 17	125					55	203	232
Total	5401	5556	3198	316	0	80	852	2475

7. Julho:

JULHO - Valores Desejabilidade Fachadas								
Hora	N	NE	L	SE	S	SO	O	NO
7 a 8	536	1069	973	309				
8 a 9	935	1504	1190	182				
9 a 10	1032	1351	878					108
10 a 11	837	882	411					302
11 a 12	632	519	102					357
12 a 13	391	232					63	321
13 a 14	223	80					110	235
14 a 15	164	17					140	215
15 a 16	150					29	191	242
16 a 17	121					70	219	241
Total	5021	5654	3554	491	0	99	723	2021

8. Agosto:

AGOSTO - Valores Desejabilidade Fachadas								
Hora	N	NE	L	SE	S	SO	O	NO
6:30 a 7	29	97	112	61				
7 a 8	566	1411	1428	607				
8 a 9	874	1638	1442	403				
9 a 10	860	1254	914	38				
10 a 11	13	806	427					202
11 a 12	548	463	107					312
12 a 13	356	203					70	301
13 a 14	229	65					137	259
14 a 15	172					8	183	251
15 a 16	156					72	258	293
16 a 17	131					141	331	327
17 a 17:30	9					20	36	31
Total	3943	5937	4430	1109	0	241	1015	1976

9. Setembro:

SETEMBRO - Valores Desejabilidade Fachadas								
Hora	N	NE	L	SE	S	SO	O	NO
6 a 7	54	668	886	589				
7 a 8	339	1427	1681	949				
8 a 9	505	1453	1493	655				
9 a 10	520	938	806	203				
10 a 11	356	462	297					41
11 a 12	194	174	52					101
12 a 13	43	22					12	39
13 a 14	-40	-5					-33	-51
14 a 15	-39					-15	-61	-70
15 a 16	0					0	0	0
16 a 17	33					93	165	140
17 a 18	11					120	180	135
Total	1976	5139	5215	2396	0	198	263	335

10. Outubro:

OUTUBRO - Valores Desejabilidade Fachadas								
Hora	N	NE	L	SE	S	SO	O	NO
6 a 7		743	1191	942	143			
7 a 8	13	1162	1630	1144				
8 a 9	182	977	1199	718				
9 a 10	181	495	518	238				
10 a 11	86	144	118	23				
11 a 12	-14	-14	-6					-6
12 a 13	-70	-29					-29	-71
13 a 14	-123					-33	-169	-206
14 a 15	-100					-131	-285	-272
15 a 16	-43					-170	-284	-231
16 a 17	-1					-75	-107	-76
17 a 18					8	52	86	41
Total	111	3478	4650	3065	151	-357	-788	-821

11. Novembro:

NOVEMBRO - Valores Desejabilidade Fachadas								
Hora	N	NE	L	SE	S	SO	O	NO
5 a 6		174	402	395	158			
6 a 7		632	1210	1076	315			
7 a 8		684	1458	1177	207			
8 a 9		653	945	684	23			
9 a 10	31	203	956	159				
10 a 11	-12	-32	-33	-15				
11 a 12	-62	-76	-46					-11
12 a 13	-123	-22					-93	-153
13 a 14	-145					-180	-398	-385
14 a 15	-78					-398	-639	-508
15 a 16					-17	-524	-725	-500
16 a 17					-55	-314	-389	-236
17 a 18					-27	-92	-103	-54
18 a 19					-10	25	26	11
Total	-389	2216	4892	3476	594	-1483	-2321	-1836

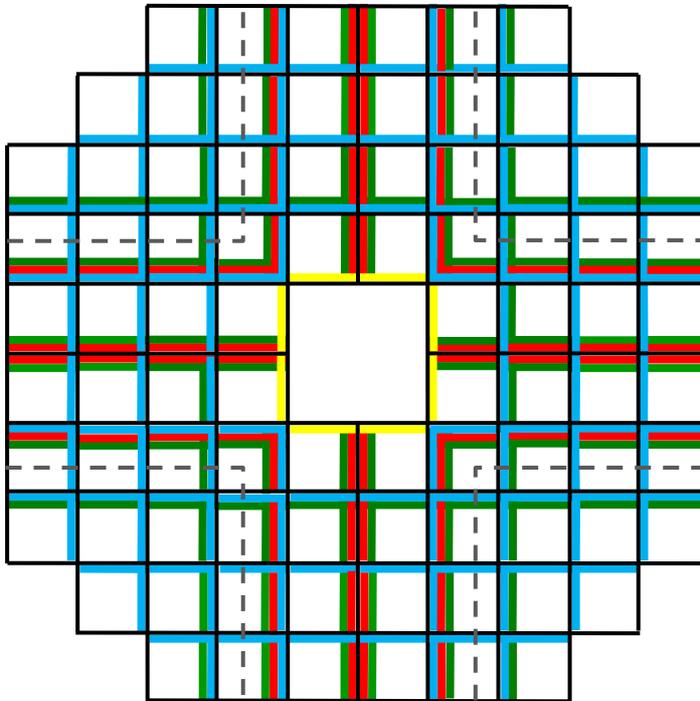
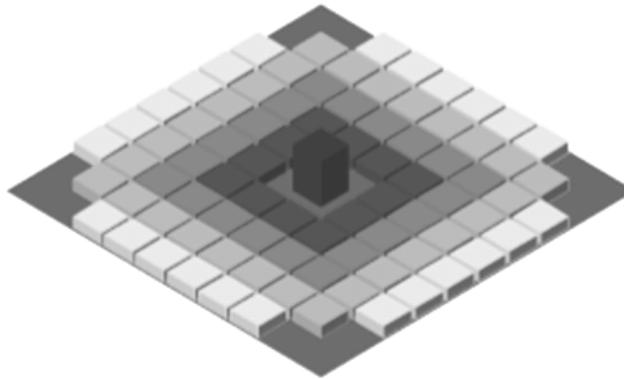
12. Dezembro:

DEZEMBRO - Valores Desejabilidade Fachadas								
Hora	N	NE	L	SE	S	SO	O	NO
5 a 6		154	394	403	175			
6 a 7		453	933	866	292			
7 a 8		607	1075	909	215			
8 a 9		363	564	435	50			
9 a 10	-2	-37	-51	-35				
10 a 11	-44	-172	-198	-109				
11 a 12	-150	-234	-173	-11				
12 a 13	-223					-15	-242	-328
13 a 14	-192					-471	-858	-744
14 a 15	-48					-917	-1344	-983
15 a 16					-140	-1208	-1568	-1008
16 a 17					-247	-1047	-1235	-699
17 a 18					-175	-520	-560	-272
18 a 19					-40	-92	-90	-35
Total	-659	1134	2544	2458	130	-4270	-5897	-4069

Apêndice B: Diagramas de impacto relativos à iluminação natural para os cenários homogêneos

Quadro B1: Diagrama de impactos do cenário 5_OI20_regular

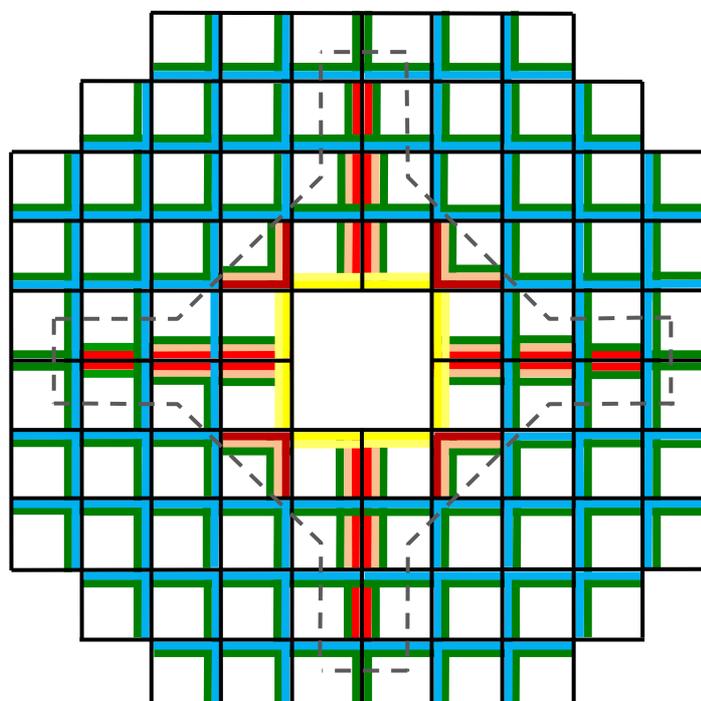
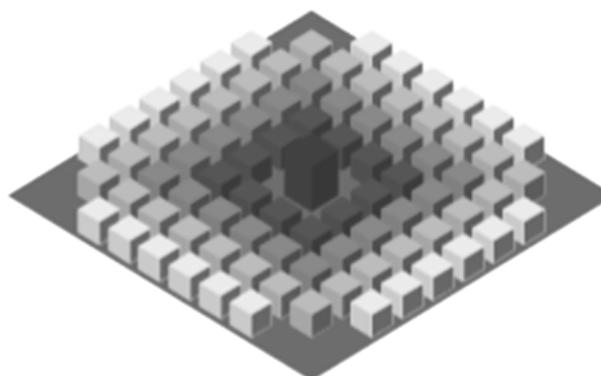
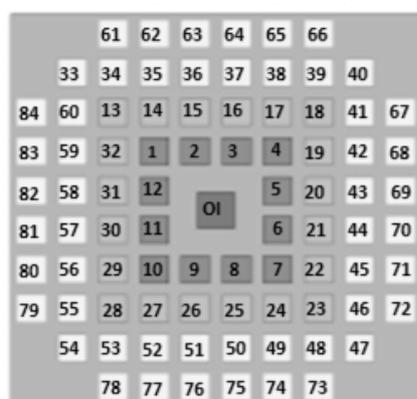
	61	62	63	64	65	66			
	33	34	35	36	37	38	39	40	
84	60	13	14	15	16	17	18	41	67
83	59	32	1	2	3	4	19	42	68
82	58	31	12			5	20	43	69
81	57	30	11	OI		6	21	44	70
80	56	29	10	9	8	7	22	45	71
79	55	28	27	26	25	24	23	46	72
	54	53	52	51	50	49	48	47	
	78	77	76	75	74	73			



Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
497	59,17	NI (não há impactos)	
168	20	IN (insignificante)	
0	0	Leve Adversidade I	
40	4,76	Leve Adversidade II	
0	0	Leve Adversidade III	
0	0	Adv. Moderada I	
0	0	Adv. Moderada II	
0	0	Adv. Moderada III	
0	0	Adv. Moderada IV	
135	16,07	Adv. Considerável I	
0	0	Adv. Considerável II	
0	0	Adv. Considerável III	
0	0	Adv. Considerável IV	

840	100	Total
------------	------------	--------------

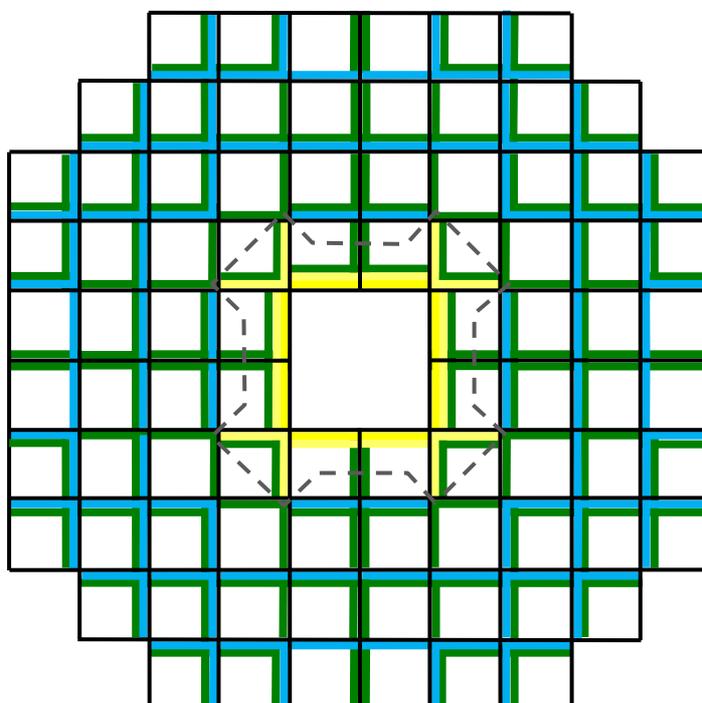
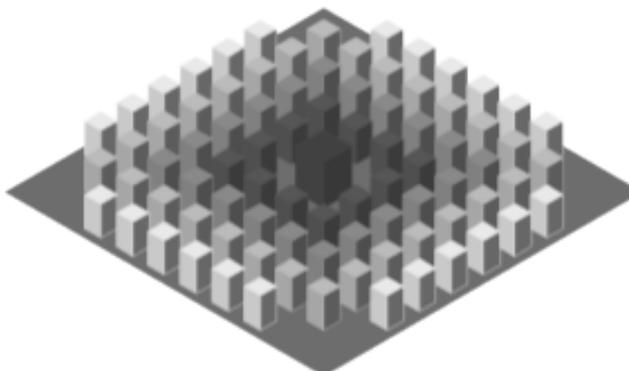
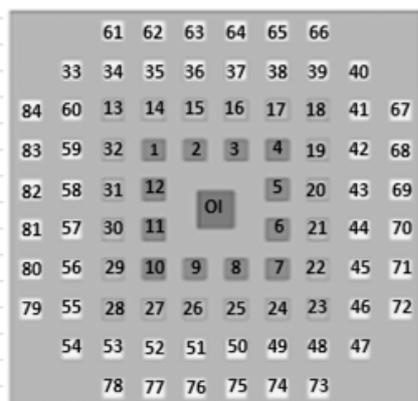
Quadro B2: Diagrama de impactos do cenário 10_OI20_regular



Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
870	51,79	NI (não há impactos)	
650	38,69	IN (insignificante)	
32	1,90	Leve Adversidade I	
48	2,86	Leve Adversidade II	
0	0	Leve Adversidade III	
32	1,90	Adv. Moderada I	
0	0	Adv. Moderada II	
0	0	Adv. Moderada III	
0	0	Adv. Moderada IV	
40	2,38	Adv. Considerável I	
8	0,48	Adv. Considerável II	
0	0	Adv. Considerável III	
0	0	Adv. Considerável IV	

1680	100	Total
-------------	------------	--------------

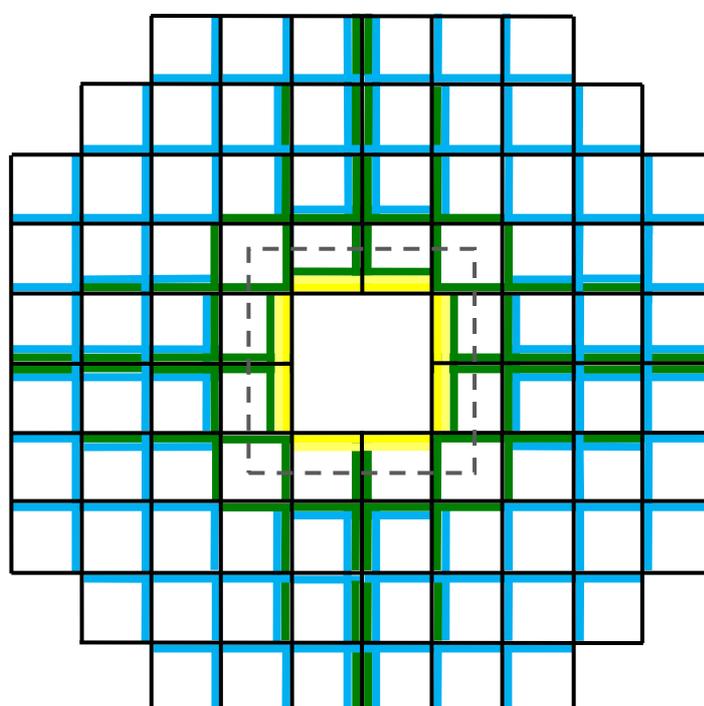
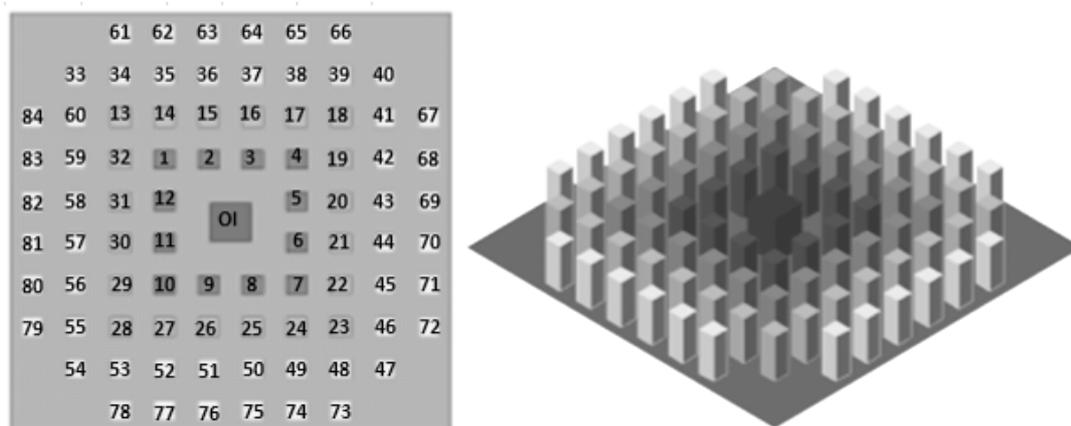
Quadro B3: Diagrama de impactos do cenário 15_OI20_regular



Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
1221	48,45	NI (não há impactos)	
1203	47,74	IN (insignificante)	
64	2,54	Leve Adversidade I	
32	1,27	Leve Adversidade II	
0	0	Leve Adversidade III	
0	0	Adv. Moderada I	
0	0	Adv. Moderada II	
0	0	Adv. Moderada III	
0	0	Adv. Moderada IV	
0	0	Adv. Considerável I	
0	0	Adv. Considerável II	
0	0	Adv. Considerável III	
0	0	Adv. Considerável IV	

2520	100	Total
-------------	------------	--------------

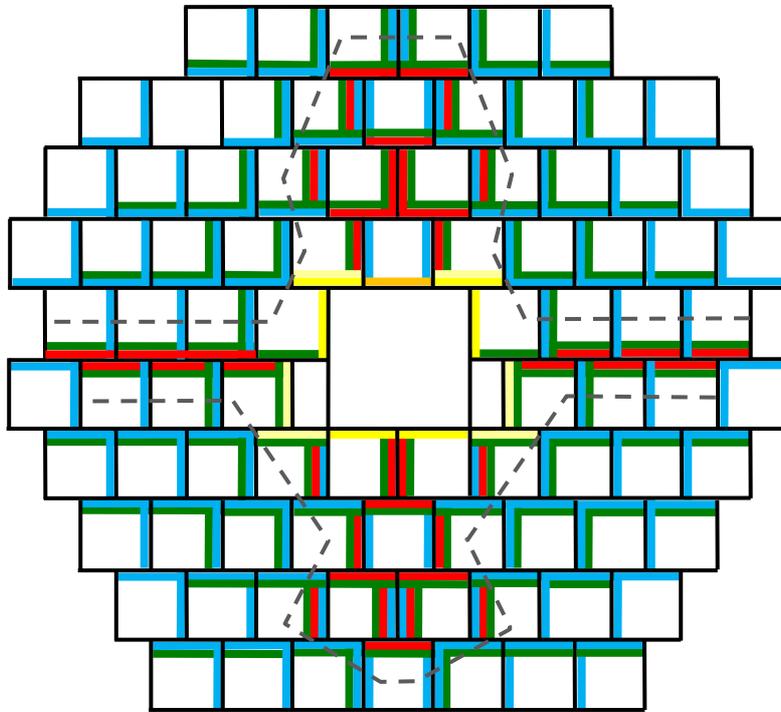
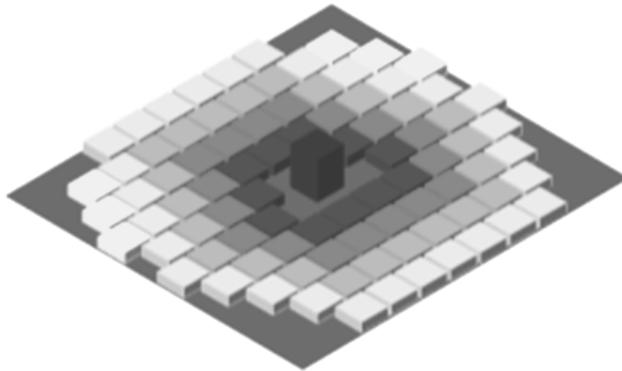
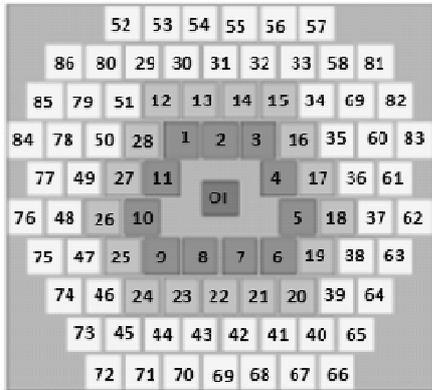
Quadro B4: Diagrama de impactos do cenário 20_OI20_regular



Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
1972	58,69	NI (não há impactos)	
1325	39,43	IN (insignificante)	
42	1,25	Leve Adversidade I	
21	0,63	Leve Adversidade II	
0	0	Leve Adversidade III	
0	0	Adv. Moderada I	
0	0	Adv. Moderada II	
0	0	Adv. Moderada III	
0	0	Adv. Moderada IV	
0	0	Adv. Considerável I	
0	0	Adv. Considerável II	
0	0	Adv. Considerável III	

0	0	Adv. Considerável IV	
3360	100	Total	

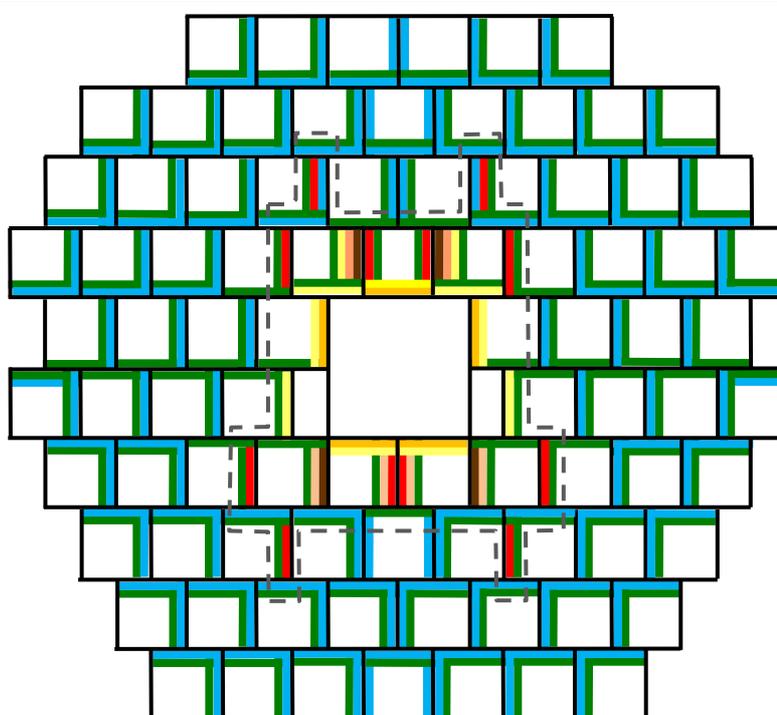
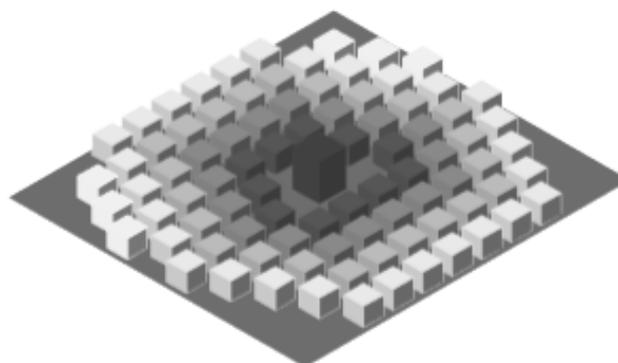
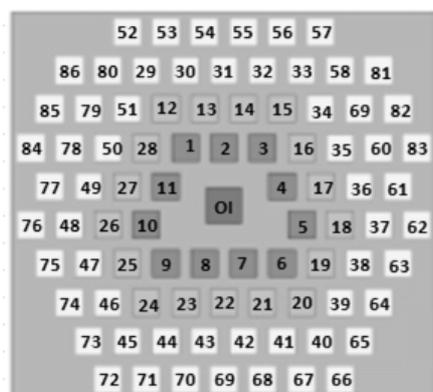
Quadro B5: Diagrama de impactos do cenário 5_OI20_alternado



Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
543	61,70	NI (não há impactos)	
234	29,59	IN (insignificante)	
14	1,59	Leve Adversidade I	
26	2,95	Leve Adversidade II	
5	0,57	Leve Adversidade III	
0	0	Adv. Moderada I	
0	0	Adv. Moderada II	
0	0	Adv. Moderada III	
0	0	Adv. Moderada IV	
58	6,59	Adv. Considerável I	
0	0	Adv. Considerável II	
0	0	Adv. Considerável III	

0	0	Adv. Considerável IV	
875	100	Total	

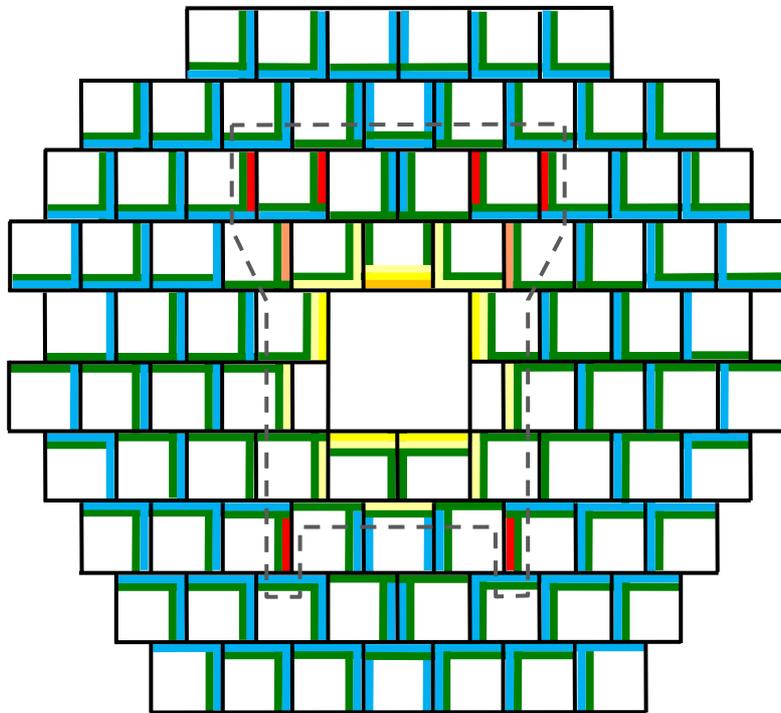
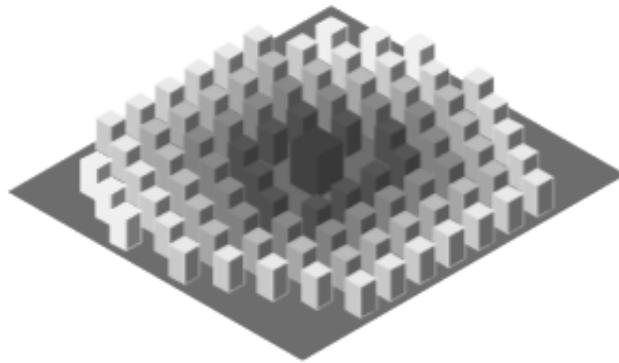
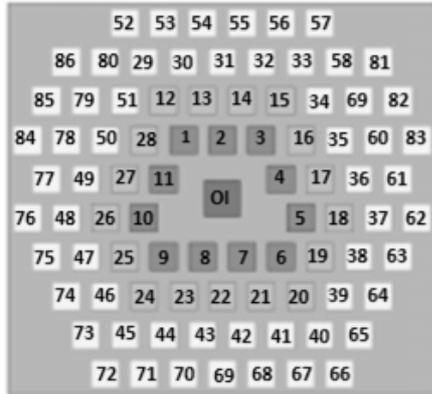
Quadro B6: Diagrama de impactos do cenário 10_OI20_alternado



Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
966	54,89	NI (não há impactos)	
754	38,75	IN (insignificante)	
40	2,27	Leve Adversidade I	
24	1,36	Leve Adversidade II	
8	0,45	Leve Adversidade III	
4	0,23	Adv. Moderada I	
4	0,23	Adv. Moderada II	
0	0	Adv. Moderada III	
0	0	Adv. Moderada IV	
32	1,59	Adv. Considerável I	
0	0	Adv. Considerável II	
4	0,23	Adv. Considerável III	

0	0	Adv. Considerável IV	
1760	100	Total	

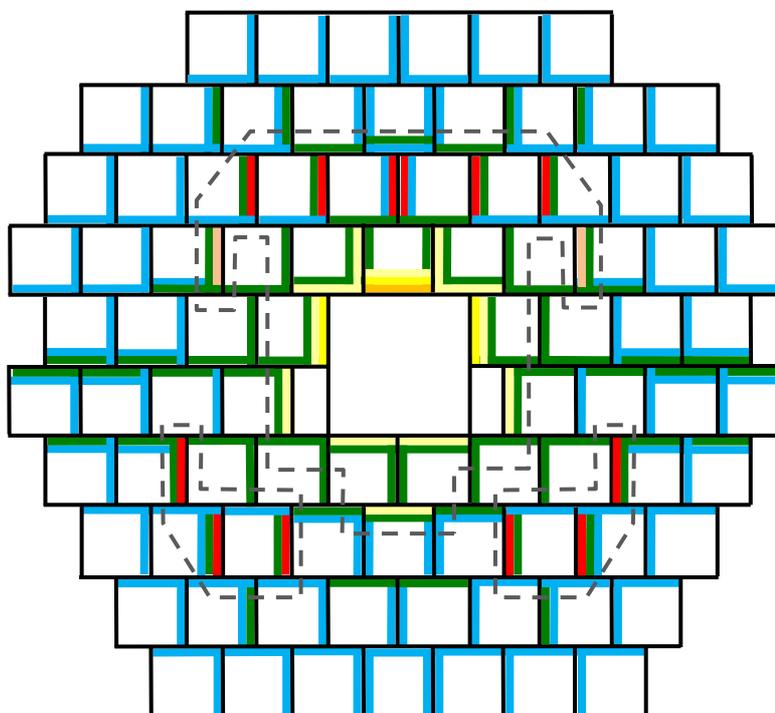
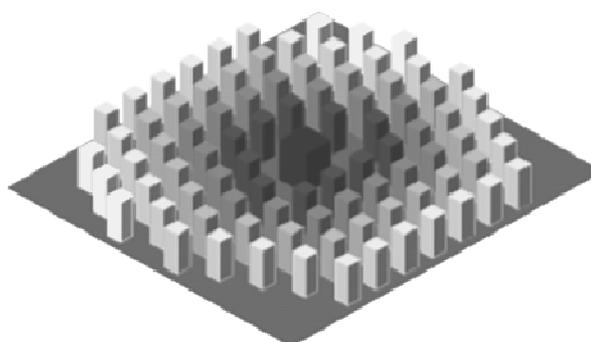
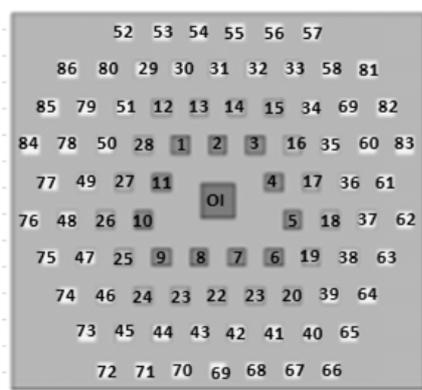
Quadro B7: Diagrama de impactos do cenário 15_OI20_alternado



Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
1496	56,67	NI (não há impactos)	
1056	40,00	IN (insignificante)	
58	2,20	Leve Adversidade I	
18	0,68	Leve Adversidade II	
4	0,15	Leve Adversidade III	
0	0	Adv. Moderada I	
2	0,08	Adv. Moderada II	
0	0	Adv. Moderada III	
0	0	Adv. Moderada IV	
6	0,23	Adv. Considerável I	
0	0	Adv. Considerável II	
0	0	Adv. Considerável III	

0	0	Adv. Considerável IV	
2640	100	Total	

Quadro B8: Diagrama de impactos do cenário 20_OI20_alternado

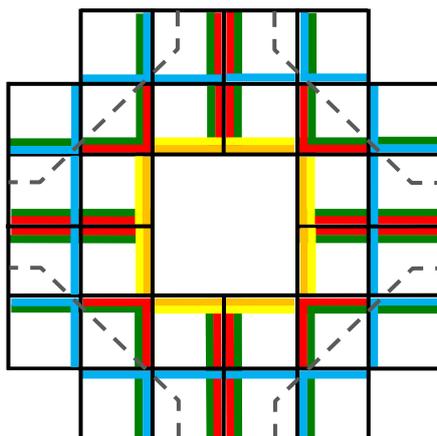
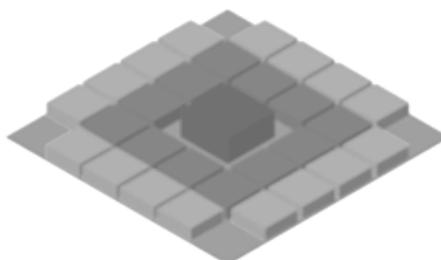


Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
2092	59,45	NI (não há impactos)	
1351	38,39	IN (insignificante)	
49	1,39	Leve Adversidade I	
12	0,34	Leve Adversidade II	
2	0,06	Leve Adversidade III	
1	0,03	Adv. Moderada I	
0	0	Adv. Moderada II	
0	0	Adv. Moderada III	
0	0	Adv. Moderada IV	
12	0,34	Adv. Considerável I	
0	0	Adv. Considerável II	
0	0	Adv. Considerável III	
0	0	Adv. Considerável IV	

3518	100	Total
-------------	------------	--------------

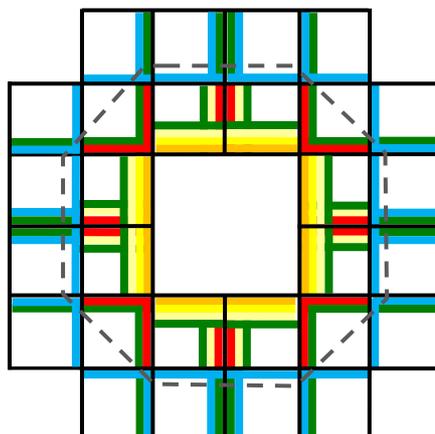
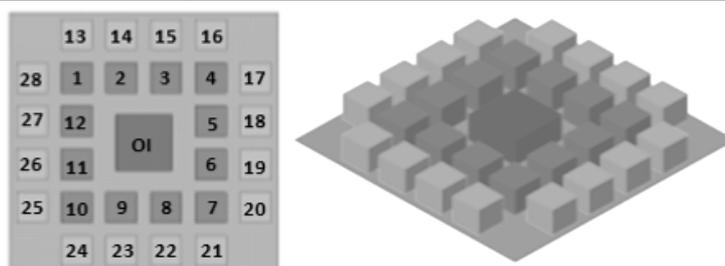
Quadro B9: Diagrama de impactos do cenário 5_OI10_regular

	13	14	15	16	
28	1	2	3	4	17
27	12			5	18
26	11	OI		6	19
25	10	9	8	7	20
	24	23	22	21	



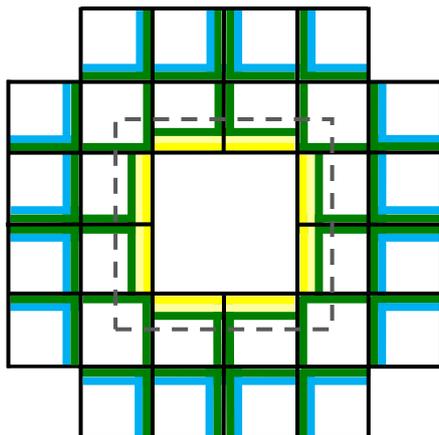
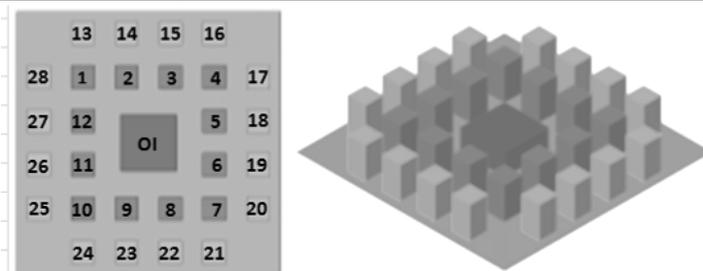
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
112	40	NI (não há impactos)	
56	20	IN (insignificante)	
0	0	Leve Adversidade I	
8	2,86	Leve Adversidade II	
32	11,43	Leve Adversidade III	
0	0	Adv. Moderada I	
0	0	Adv. Moderada II	
0	0	Adv. Moderada III	
0	0	Adv. Moderada IV	
72	25,71	Adv. Considerável I	
0	0	Adv. Considerável II	
0	0	Adv. Considerável III	
0	0	Adv. Considerável IV	
280	100	Total	

Quadro B10: Diagrama de impactos do cenário 10_OI10_regular



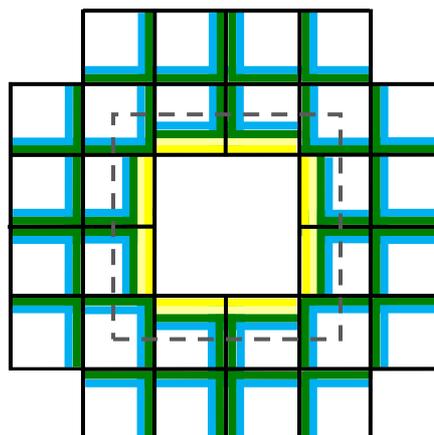
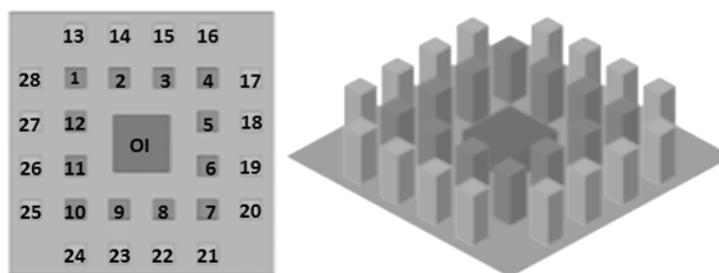
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
220	39,29	NI (não há impactos)	—
268	47,86	IN (insignificante)	—
16	2,86	Leve Adversidade I	—
24	4,29	Leve Adversidade II	—
8	1,43	Leve Adversidade III	—
8	1,43	Adv. Moderada I	—
0	0	Adv. Moderada II	—
0	0	Adv. Moderada III	—
0	0	Adv. Moderada IV	—
16	2,86	Adv. Considerável I	—
0	0	Adv. Considerável II	—
0	0	Adv. Considerável III	—
0	0	Adv. Considerável IV	—
560	100	Total	

Quadro B11: Diagrama de impactos do cenário 15_OI10_regular



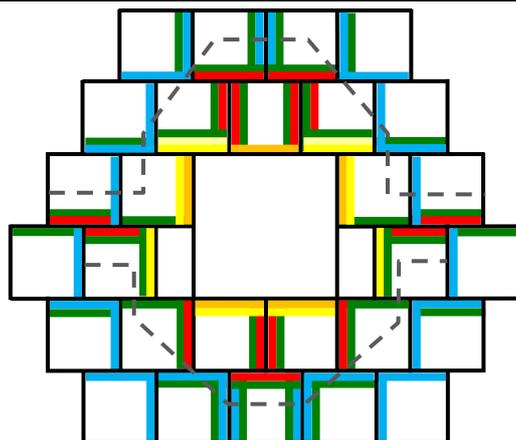
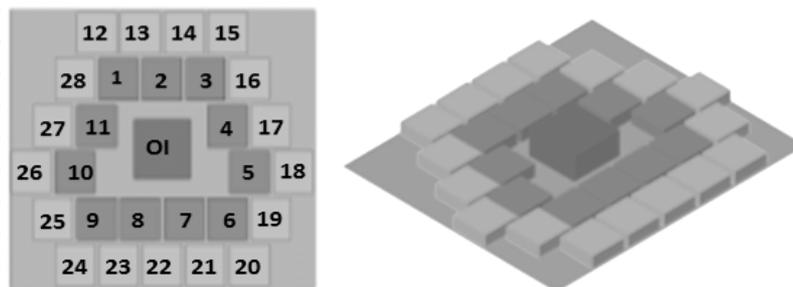
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
282	33,57	NI (não há impactos)	—
526	62,62	IN (insignificante)	—
16	1,90	Leve Adversidade I	—
16	1,90	Leve Adversidade II	—
0	0	Leve Adversidade III	—
0	0	Adv. Moderada I	—
0	0	Adv. Moderada II	—
0	0	Adv. Moderada III	—
0	0	Adv. Moderada IV	—
0	0	Adv. Considerável I	—
0	0	Adv. Considerável II	—
0	0	Adv. Considerável III	—
0	0	Adv. Considerável IV	—
840	100	Total	

Quadro B12: Diagrama de impactos do cenário 20_OI10_regular



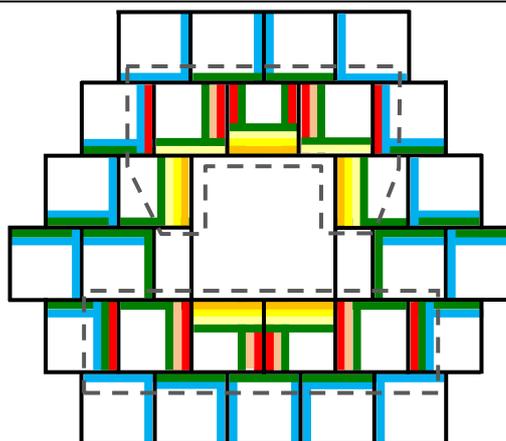
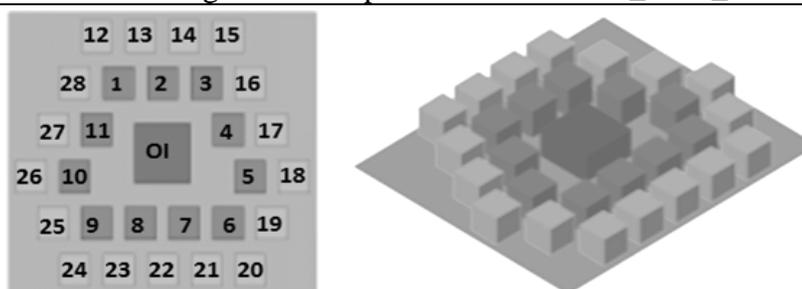
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
719	64,20	NI (não há impactos)	
385	34,38	IN (insignificante)	
8	0,71	Leve Adversidade I	
8	0,71	Leve Adversidade II	
0	0	Leve Adversidade III	
0	0	Adv. Moderada I	
0	0	Adv. Moderada II	
0	0	Adv. Moderada III	
0	0	Adv. Moderada IV	
0	0	Adv. Considerável I	
0	0	Adv. Considerável II	
0	0	Adv. Considerável III	
0	0	Adv. Considerável IV	
1120	100	Total	

Quadro B13: Diagrama de impactos do cenário 5_OI10_alternado



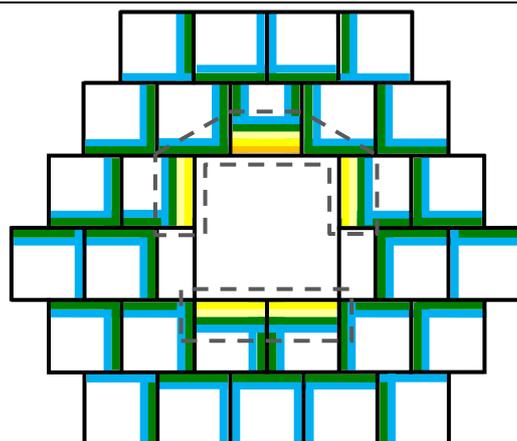
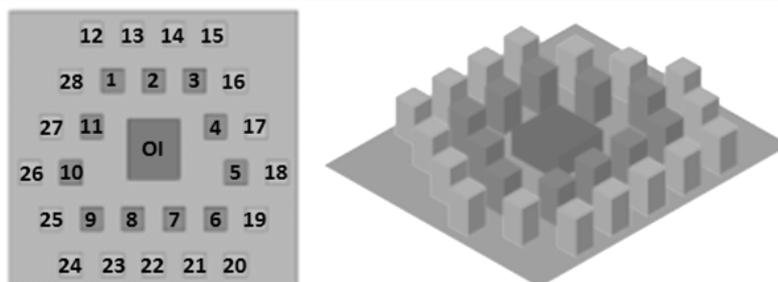
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
118	45,91	NI (não há impactos)	
104	40,47	IN (insignificante)	
8	3,11	Leve Adversidade I	
8	3,11	Leve Adversidade II	
19	7,39	Leve Adversidade III	
0	0	Adv. Moderada I	
0	0	Adv. Moderada II	
0	0	Adv. Moderada III	
0	0	Adv. Moderada IV	
33	11,38	Adv. Considerável I	
0	0	Adv. Considerável II	
0	0	Adv. Considerável III	
0	0	Adv. Considerável IV	
290	100	Total	

Quadro B14: Diagrama de impactos do cenário 10_OI10_alternado



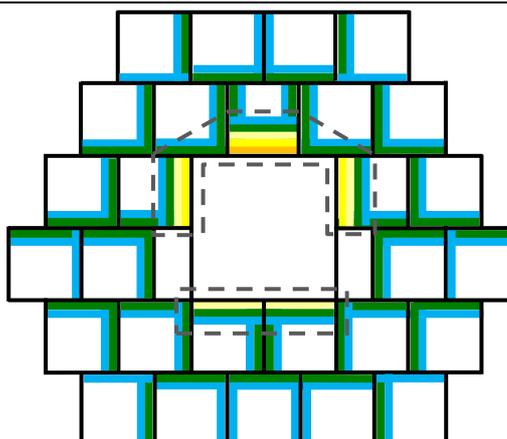
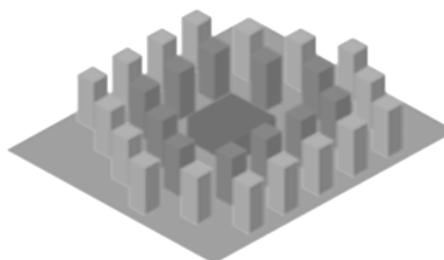
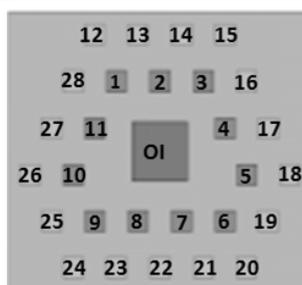
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
226	38,97	NI (não há impactos)	
291	50,17	IN (insignificante)	
16	2,76	Leve Adversidade I	
9	1,55	Leve Adversidade II	
10	1,72	Leve Adversidade III	
6	1,03	Adv. Moderada I	
0	0	Adv. Moderada II	
0	0	Adv. Moderada III	
0	0	Adv. Moderada IV	
22	3,79	Adv. Considerável I	
0	0	Adv. Considerável II	
0	0	Adv. Considerável III	
0	0	Adv. Considerável IV	
580	100	Total	

Quadro B15: Diagrama de impactos do cenário 15_OI10_alternado



Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
491	56,57	NI (não há impactos)	
356	41,01	IN (insignificante)	
13	1,50	Leve Adversidade I	
8	0,92	Leve Adversidade II	
0	0	Leve Adversidade III	
0	0	Adv. Moderada I	
0	0	Adv. Moderada II	
0	0	Adv. Moderada III	
0	0	Adv. Moderada IV	
0	0	Adv. Considerável I	
0	0	Adv. Considerável II	
0	0	Adv. Considerável III	
0	0	Adv. Considerável IV	
870	100	Total	

Quadro B16: Diagrama de impactos do cenário 20_OI10_alternado

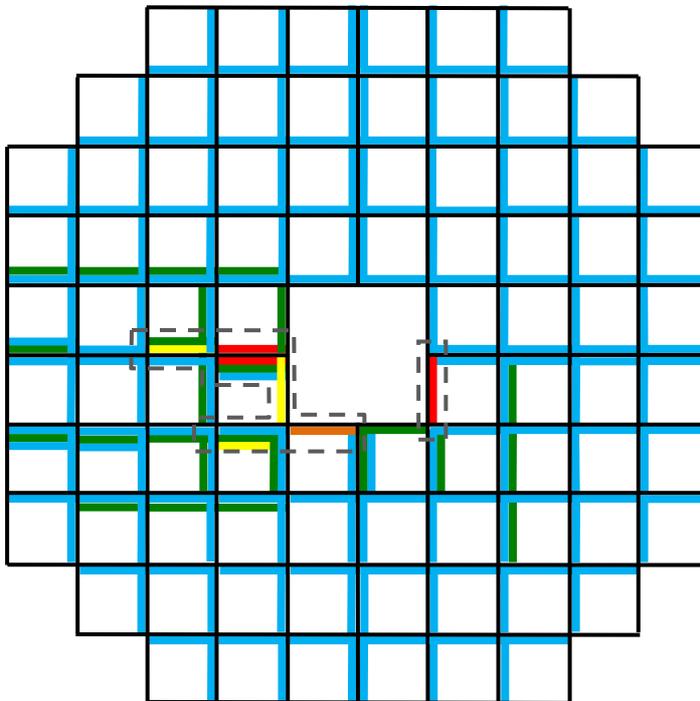
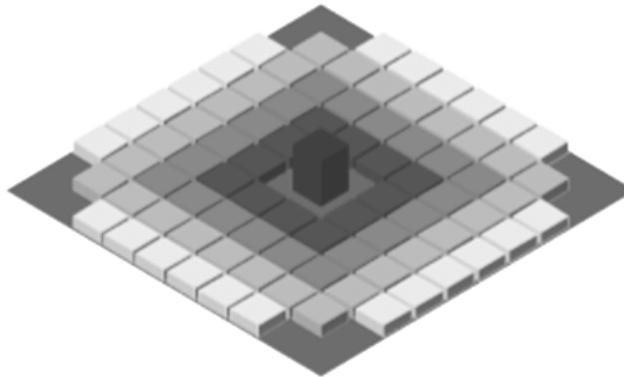


Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
764	65,86	NI (não há impactos)	
378	32,59	IN (insignificante)	
9	0,78	Leve Adversidade I	
9	0,78	Leve Adversidade II	
0	0	Leve Adversidade III	
0	0	Adv. Moderada I	
0	0	Adv. Moderada II	
0	0	Adv. Moderada III	
0	0	Adv. Moderada IV	
0	0	Adv. Considerável I	
0	0	Adv. Considerável II	
0	0	Adv. Considerável III	
0	0	Adv. Considerável IV	
1160	100	Total	

Apêndice C: Diagramas de impacto relativos à insolação para os cenários homogêneos

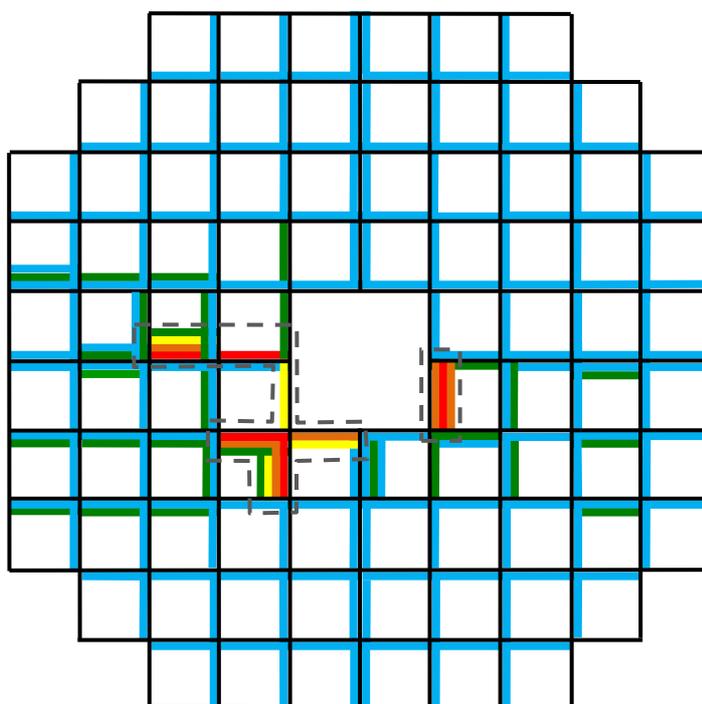
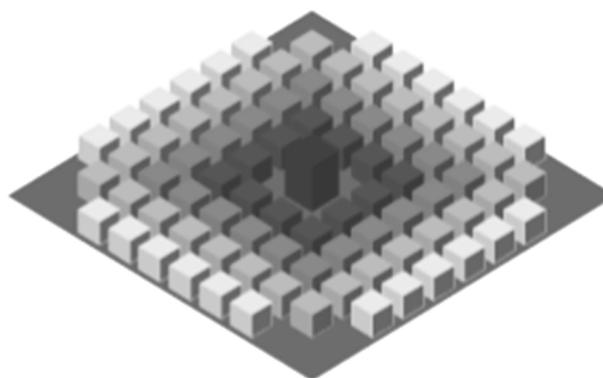
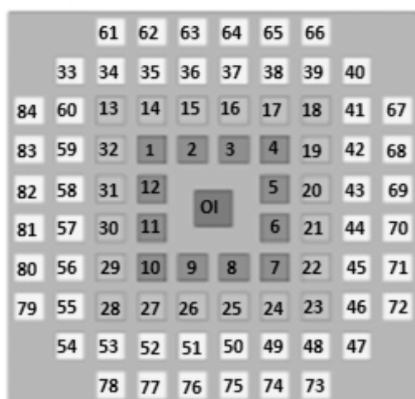
Quadro C1: Diagrama de impactos do cenário 5_OI20_regular

	61	62	63	64	65	66			
	33	34	35	36	37	38	39	40	
84	60	13	14	15	16	17	18	41	67
83	59	32	1	2	3	4	19	42	68
82	58	31	12			5	20	43	69
81	57	30	11	OI		6	21	44	70
80	56	29	10	9	8	7	22	45	71
79	55	28	27	26	25	24	23	46	72
	54	53	52	51	50	49	48	47	
	78	77	76	75	74	73			



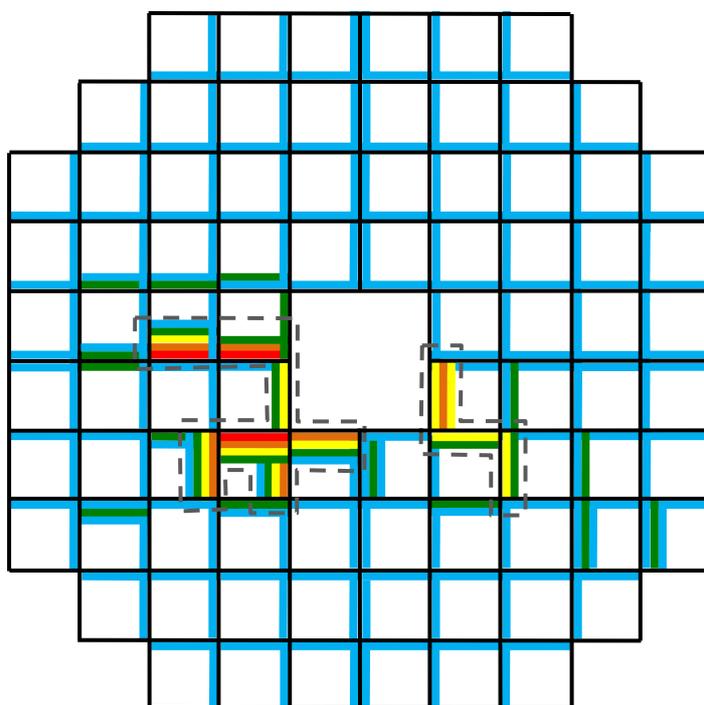
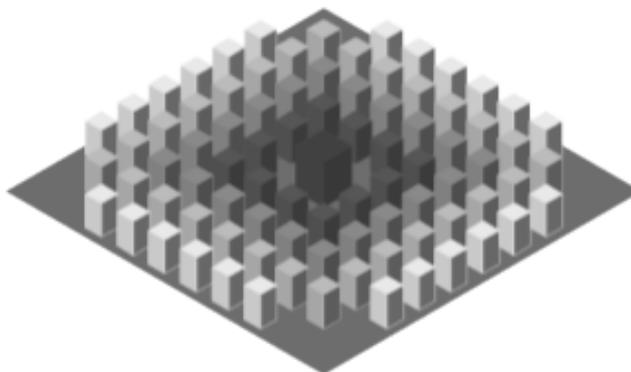
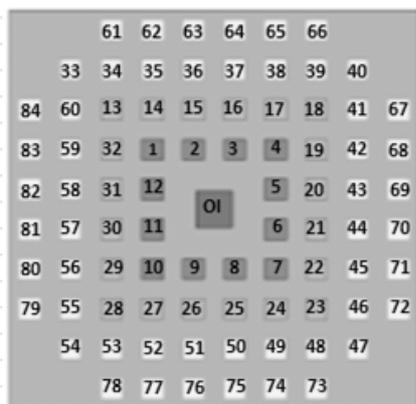
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
773	92,02	NI (não há impactos)	—
42	5,00	IN (insignificante)	—
9	1,07	Leve Adversidade	—
5	0,60	Adversidade Moderada	—
11	1,31	Adversidade Considerável	—
840	100	Total	

Quadro C2: Diagrama de impactos do cenário 10_OI20_regular



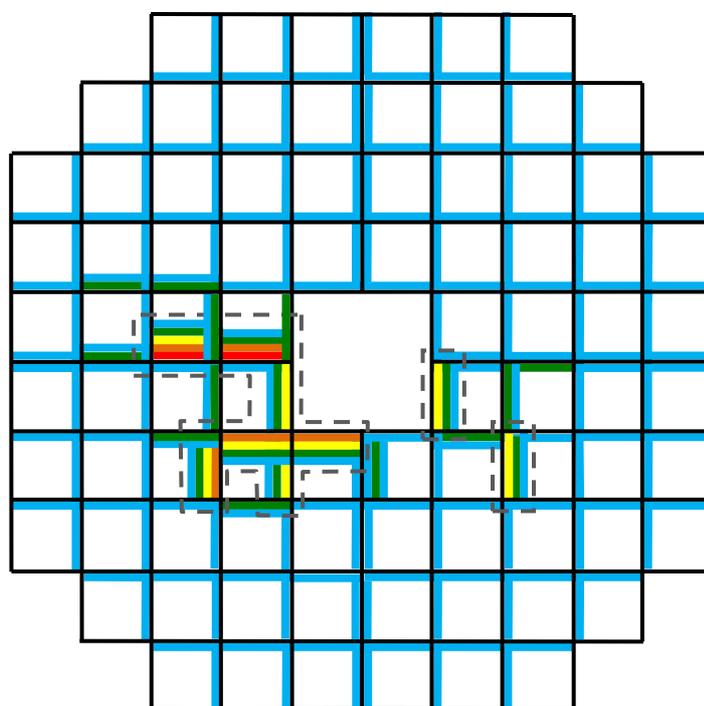
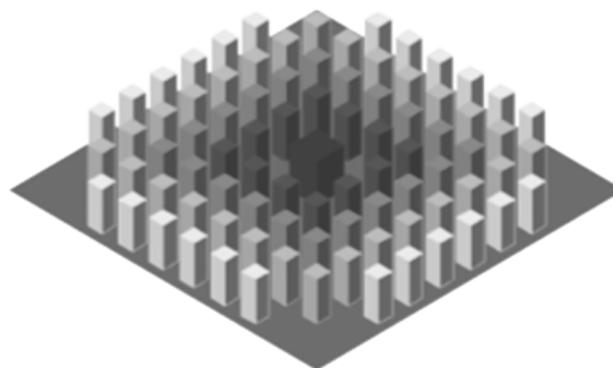
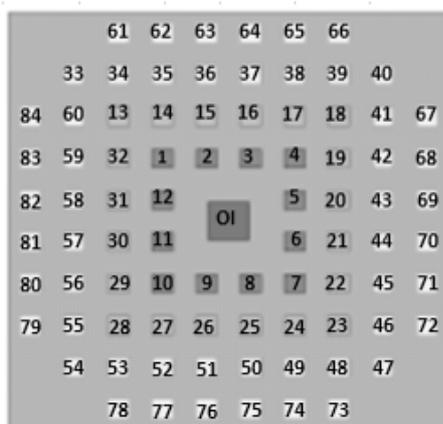
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
1535	91,37	NI (não há impactos)	—
90	5,36	IN (insignificante)	—
18	1,07	Leve Adversidade	—
19	1,13	Adversidade Moderada	—
18	1,07	Adversidade Considerável	—
1680	100	Total	

Quadro C3: Diagrama de impactos do cenário 15_OI20_regular



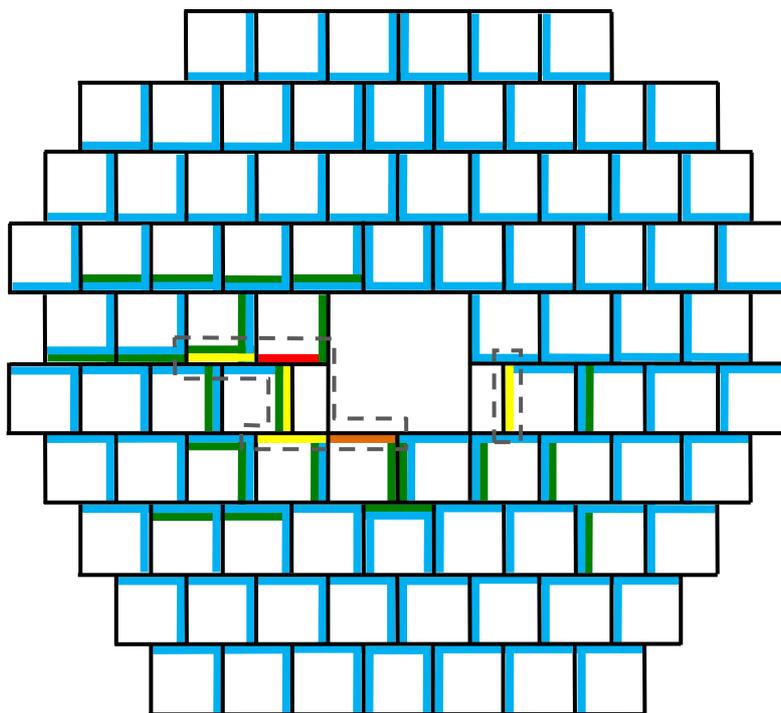
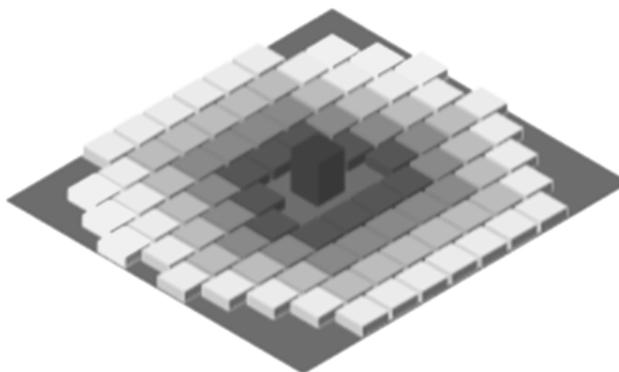
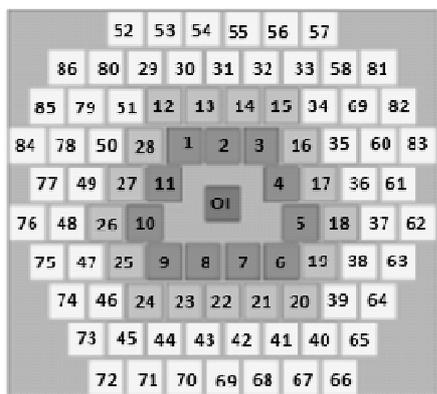
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
2315	91,87	Não há impactos	—
131	5,20	Insignificante	—
34	1,35	Leve Adversidade	—
25	0,99	Adversidade Moderada	—
15	0,60	Adversidade Considerável	—
2520	100	Total	

Quadro C4: Diagrama de impactos do cenário 20_OI20_regular



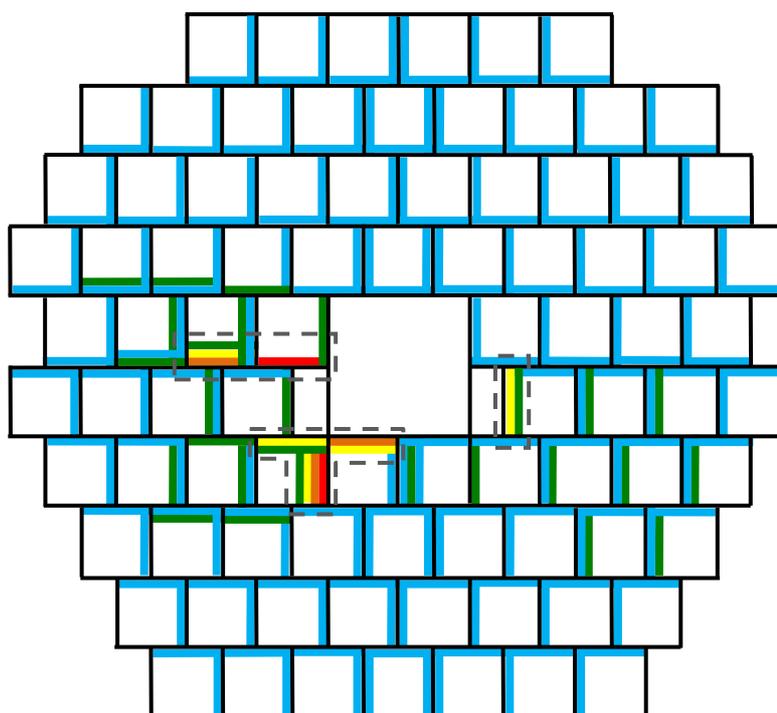
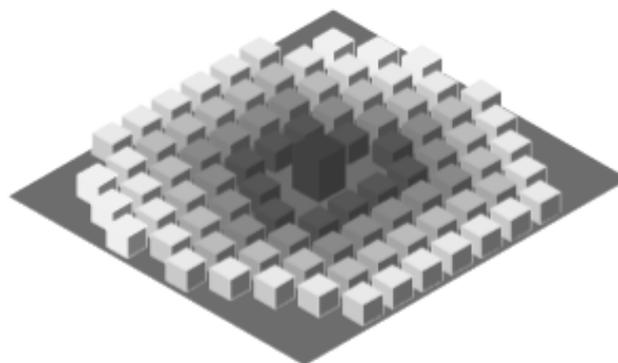
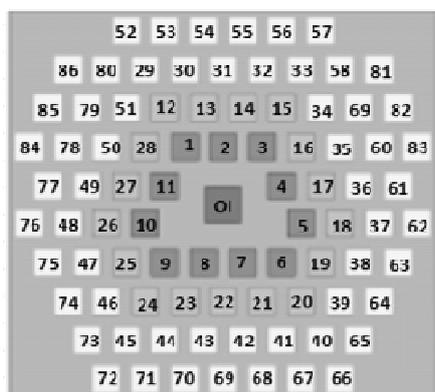
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
3109	92,53	Não há impactos	—
182	5,42	Insignificante	—
40	1,19	Leve Adversidade	—
16	0,48	Adversidade Moderada	—
13	0,39	Adversidade Considerável	—
3360	100	Total	

Quadro C5: Diagrama de impactos do cenário 5_OI20_alternado



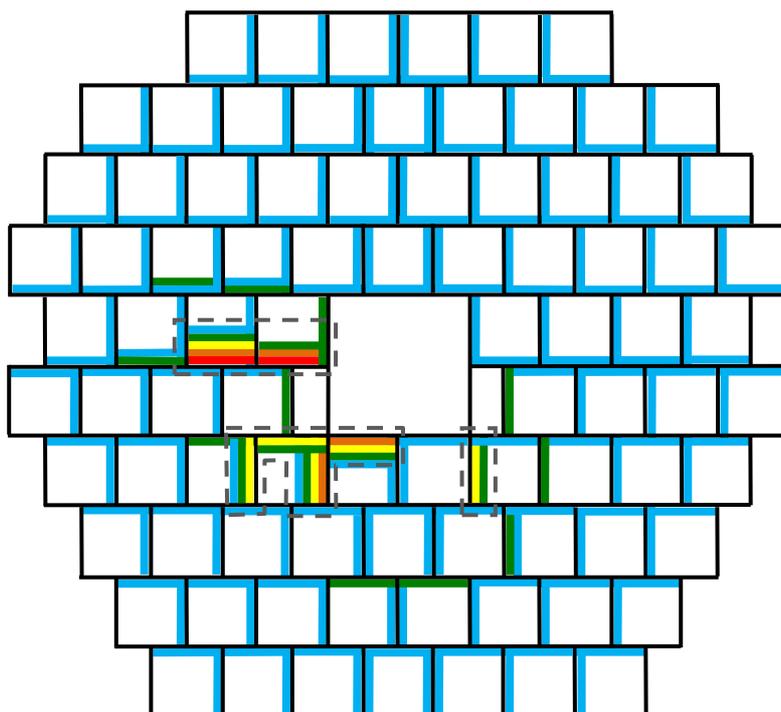
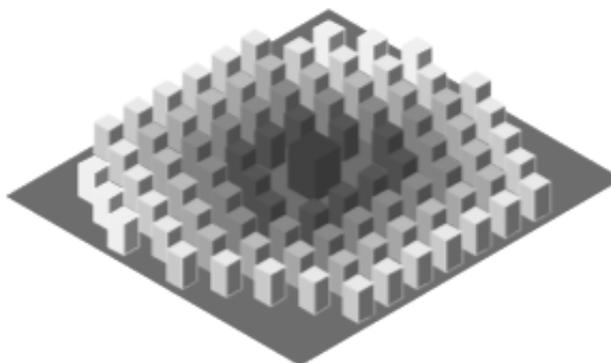
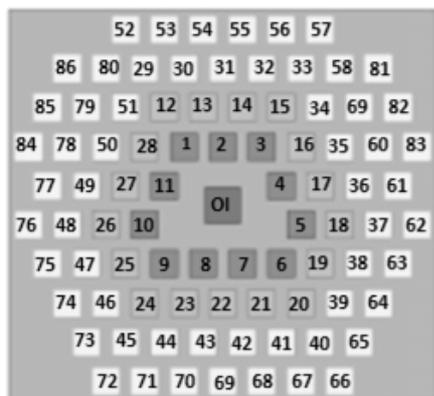
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
814	92,50	Não há impactos	—
43	4,89	Insignificante	—
13	1,48	Leve Adversidade	—
5	0,57	Adversidade Moderada	—
5	0,57	Adversidade Considerável	—
880	100	Total	

Quadro C6: Diagrama de impactos do cenário 10_OI20_alternado



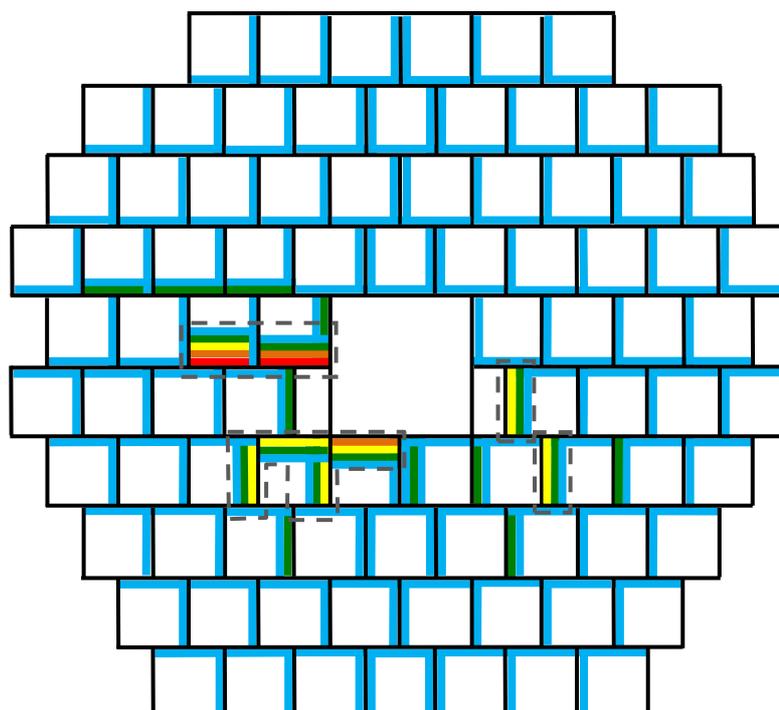
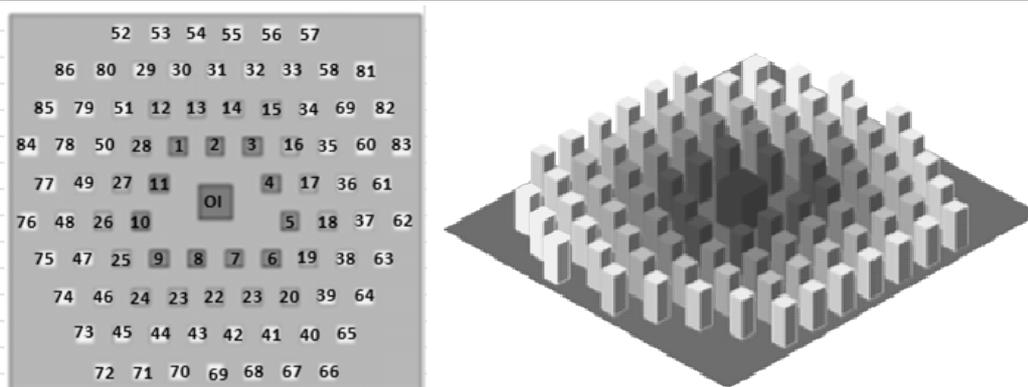
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
1614	91,70	Não há impactos	—
102	5,80	Insignificante	—
29	1,65	Leve Adversidade	—
4	0,23	Adversidade Moderada	—
11	0,63	Adversidade Considerável	—
1760	100	Total	

Quadro C7: Diagrama de impactos do cenário 15_OI20_alternado



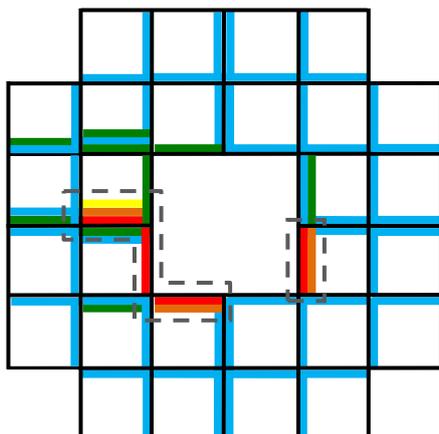
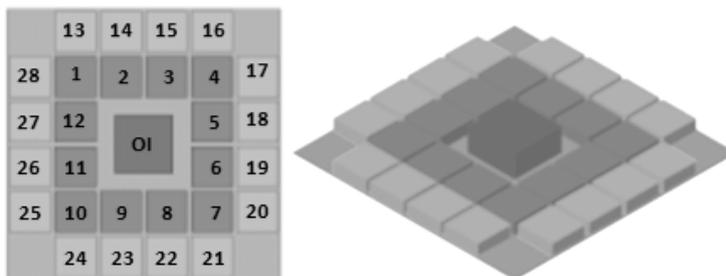
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
2438	92,35	Não há impactos	—
157	5,95	Insignificante	—
25	0,95	Leve Adversidade	—
7	0,27	Adversidade Moderada	—
13	0,49	Adversidade Considerável	—
2640	100	Total	

Quadro C8: Diagrama de impactos do cenário 20_OI20_alternando



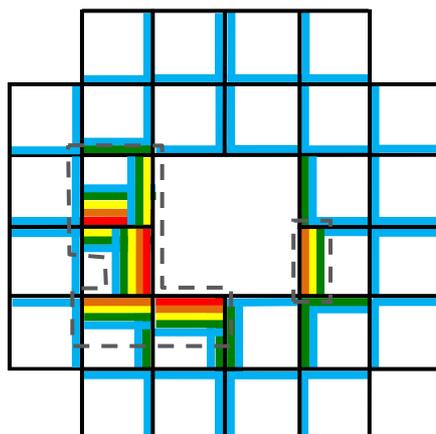
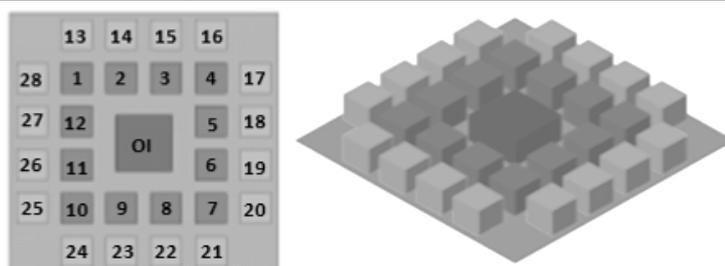
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
3268	92,84	Não há impactos	—
207	5,88	Insignificante	—
24	0,68	Leve Adversidade	—
7	0,20	Adversidade Moderada	—
14	0,40	Adversidade Considerável	—
3520	100	Total	

Quadro C9: Diagrama de impactos do cenário 5_OI10_regular



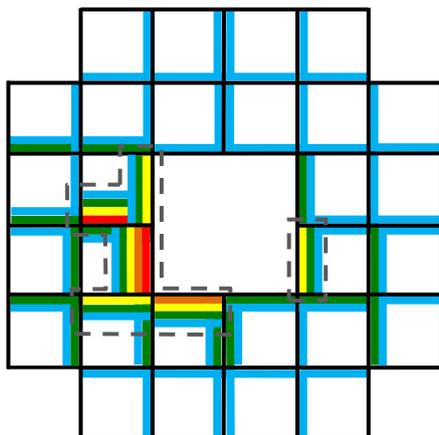
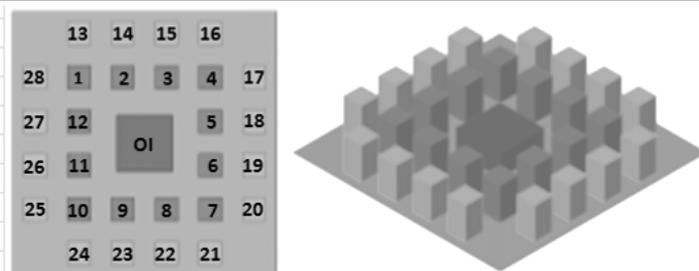
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
241	86,07	Não há impactos	
19	6,79	Insignificante	
2	0,71	Leve Adversidade	
5	1,79	Adversidade Moderada	
13	4,64	Adversidade Considerável	
280	100	Total	

Quadro C10: Diagrama de impactos do cenário 10_OI10_regular



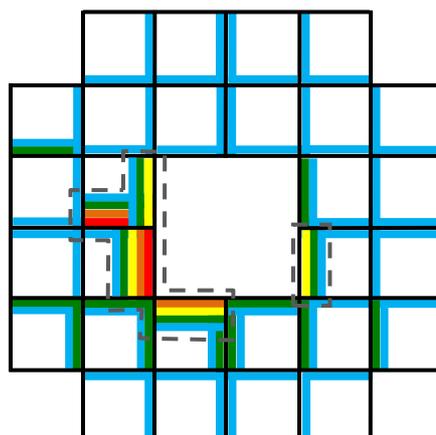
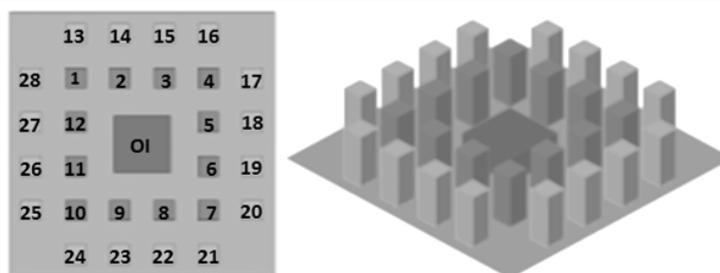
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
486	86,79	Não há impactos	—
45	8,04	Insignificante	—
11	1,96	Leve Adversidade	—
10	1,79	Adversidade Moderada	—
8	1,43	Adversidade Considerável	—
560	100	Total	

Quadro C11: Diagrama de impactos do cenário 15_OI10_regular



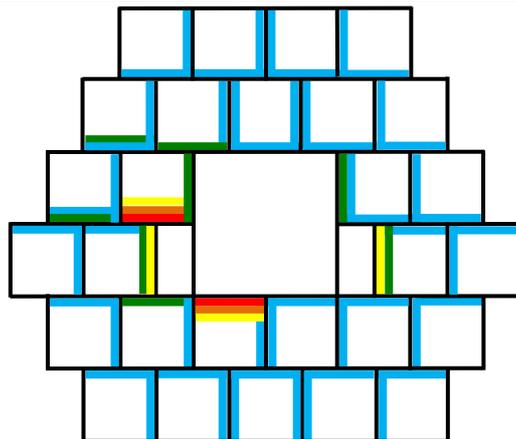
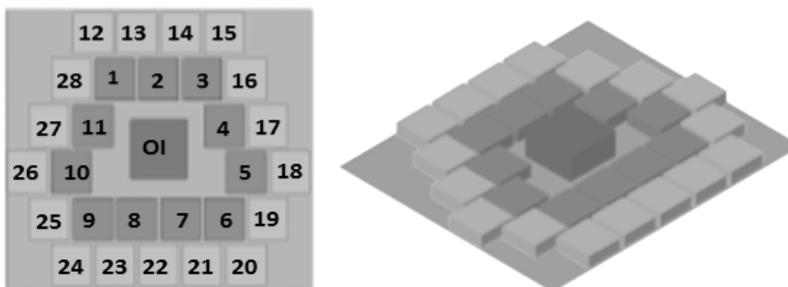
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
735	87,50	Não há impactos	—
83	9,88	Insignificante	—
14	1,67	Leve Adversidade	—
3	0,36	Adversidade Moderada	—
5	0,60	Adversidade Considerável	—
840	100	Total	

Quadro C12: Diagrama de impactos do cenário 20_OI10_regular



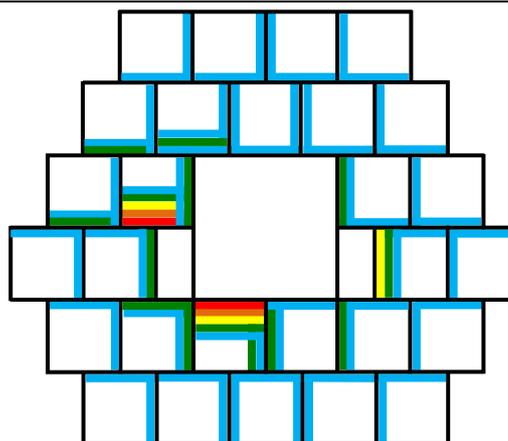
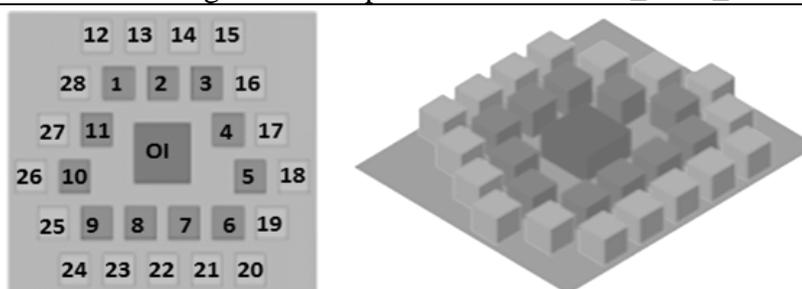
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
1046	93,39	Não há impactos	—
60	5,36	Insignificante	—
8	0,71	Leve Adversidade	—
3	0,27	Adversidade Moderada	—
3	0,27	Adversidade Considerável	—
1120	100	Total	

Quadro C13: Diagrama de impactos do cenário 5_OI10_aternado



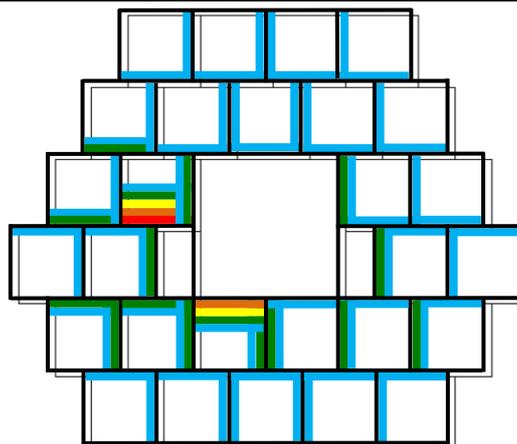
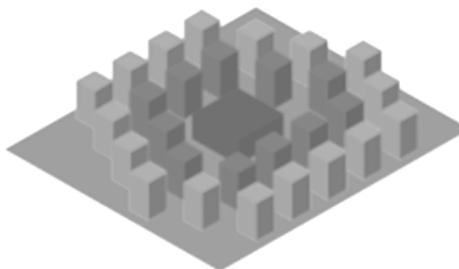
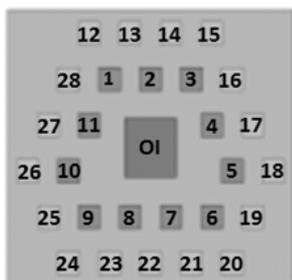
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
251	86,55	Não há impactos	
25	8,62	Insignificante	
6	2,07	Leve Adversidade	
2	0,69	Adversidade Moderada	
6	2,07	Adversidade Considerável	
290	100	Total	

Quadro C14: Diagrama de impactos do cenário 10_OI10_alternado



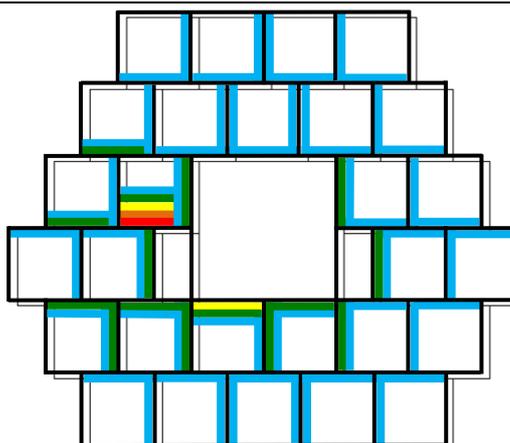
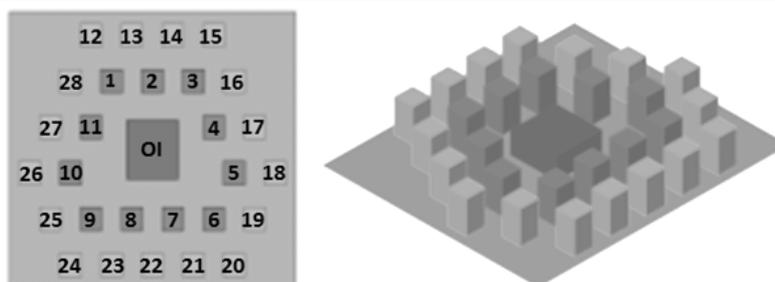
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
511	88,10	Não há impactos	—
57	9,83	Insignificante	—
5	0,86	Leve Adversidade	—
2	0,34	Adversidade Moderada	—
5	0,86	Adversidade Considerável	—
580	100	Total	

Quadro C15: Diagrama de impactos do cenário 15_OI10_alternado



Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
787	90,46	Não há impactos	—
75	8,62	Insignificante	—
2	0,23	Leve Adversidade	—
3	0,34	Adversidade Moderada	—
3	0,34	Adversidade Considerável	—
870	100	Total	

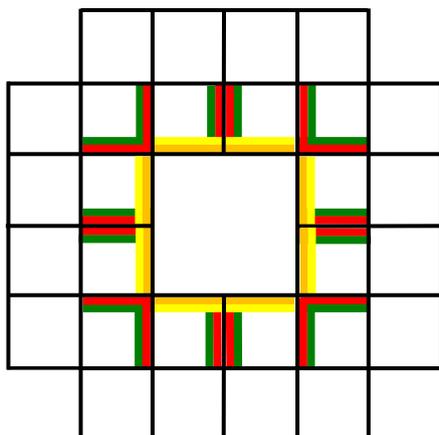
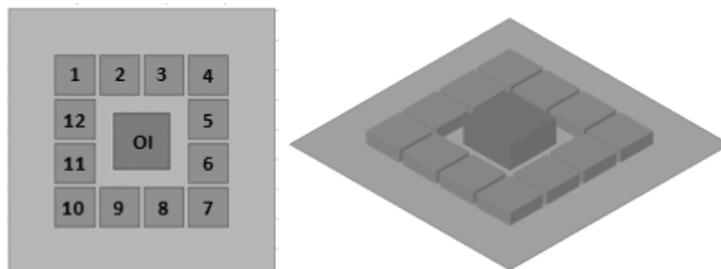
Quadro C16: Diagrama de impactos do cenário 20_OI10_alternado



Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
1106	95,34	Não há impactos	—
49	4,22	Insignificante	—
2	0,17	Leve Adversidade	—
1	0,09	Adversidade Moderada	—
2	0,17	Adversidade Considerável	—
1160	100	Total	

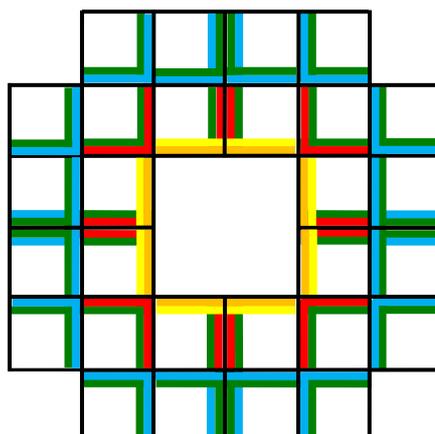
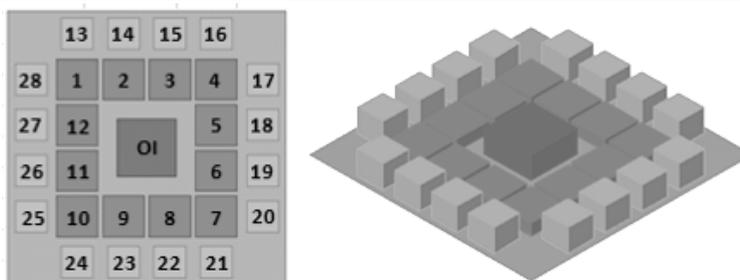
Apêndice D: Diagramas de impacto relativos à iluminação natural para os cenários heterogêneos

Quadro D1: Diagrama de impactos do cenário ENI_5_0



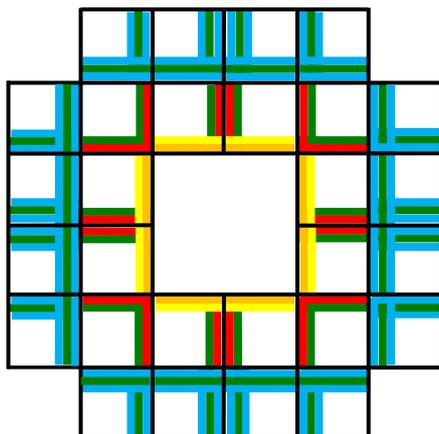
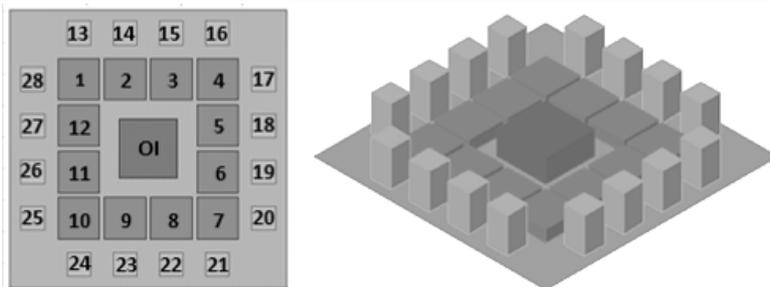
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
0	0	NI (não há impactos)	
32	26,67	IN (insignificante)	
0	0	Leve Adversidade I	
8	6,67	Leve Adversidade II	
32	26,67	Leve Adversidade III	
0	0	Adv. Moderada I	
0	0	Adv. Moderada II	
0	0	Adv. Moderada III	
0	0	Adv. Moderada IV	
48	40	Adv. Considerável I	
0	0	Adv. Considerável II	
0	0	Adv. Considerável III	
0	0	Adv. Considerável IV	
120	100	Total	

Quadro D2: Diagrama de impactos do cenário ENI_5_10



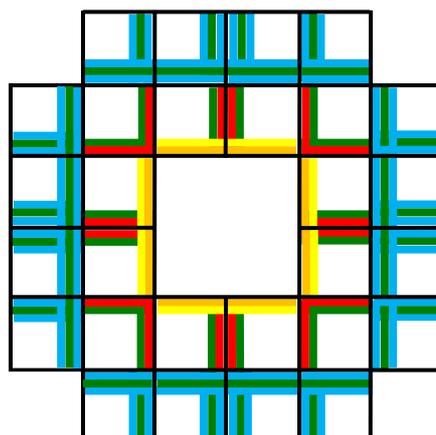
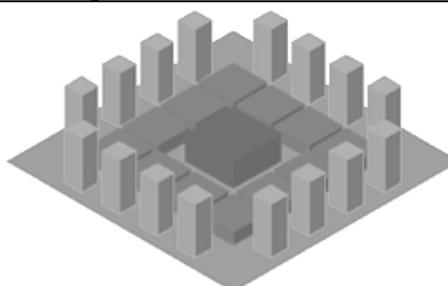
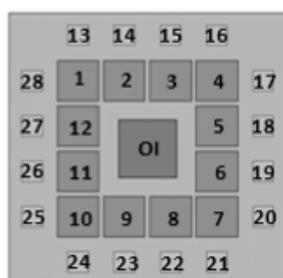
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
88	20	NI (não há impactos)	
264	60	IN (insignificante)	
0	0	Leve Adversidade I	
16	3,64	Leve Adversidade II	
24	5,45	Leve Adversidade III	
0	0	Adv. Moderada I	
0	0	Adv. Moderada II	
0	0	Adv. Moderada III	
0	0	Adv. Moderada IV	
48	10,91	Adv. Considerável I	
0	0	Adv. Considerável II	
0	0	Adv. Considerável III	
0	0	Adv. Considerável IV	
440	100	Total	

Quadro D3: Diagrama de impactos do cenário ENI_5_15



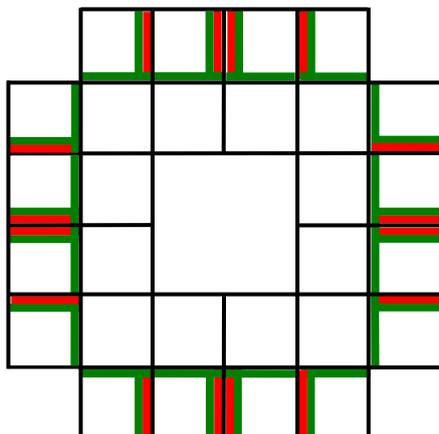
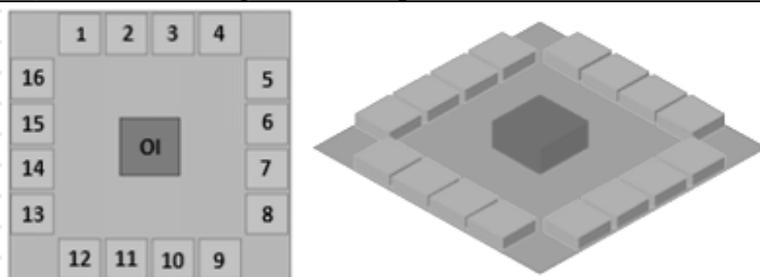
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
264	44	NI (não há impactos)	
248	41,33	IN (insignificante)	
0	0	Leve Adversidade I	
16	2,67	Leve Adversidade II	
24	4,00	Leve Adversidade III	
0	0	Adv. Moderada I	
0	0	Adv. Moderada II	
0	0	Adv. Moderada III	
0	0	Adv. Moderada IV	
48	8,00	Adv. Considerável I	
0	0	Adv. Considerável II	
0	0	Adv. Considerável III	
0	0	Adv. Considerável IV	
600	100	Total	

Quadro D4: Diagrama de impactos do cenário ENI_5_20



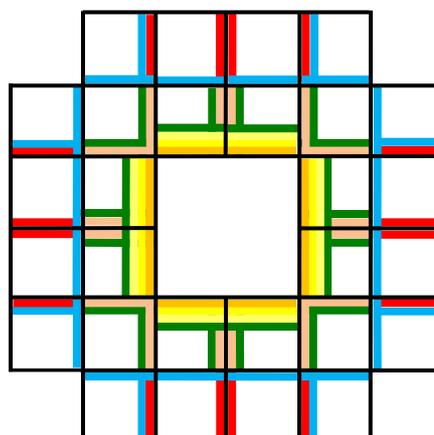
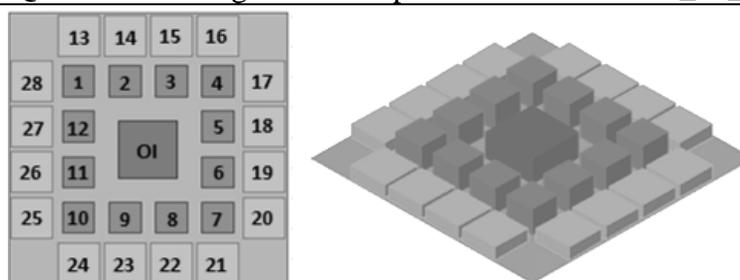
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
440	57,89	NI (não há impactos)	
232	30,53	IN (insignificante)	
0	0	Leve Adversidade I	
16	2,11	Leve Adversidade II	
24	3,16	Leve Adversidade III	
0	0	Adv. Moderada I	
0	0	Adv. Moderada II	
0	0	Adv. Moderada III	
0	0	Adv. Moderada IV	
48	6,32	Adv. Considerável I	
0	0	Adv. Considerável II	
0	0	Adv. Considerável III	
0	0	Adv. Considerável IV	
760	100	Total	

Quadro D5: Diagrama de impactos do cenário ENI_0_5



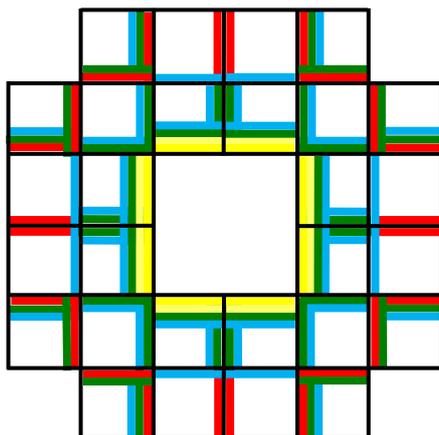
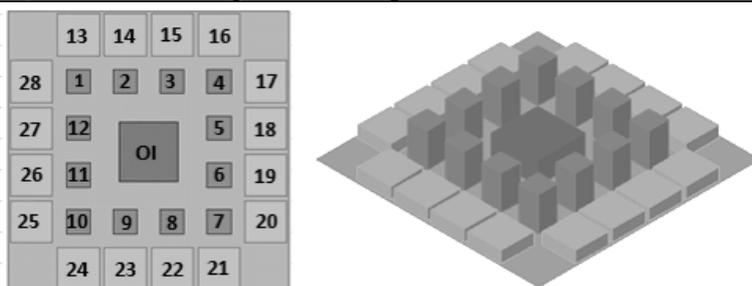
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
0	0	NI (não há impactos)	
112	70	IN (insignificante)	
0	0	Leve Adversidade I	
0	0	Leve Adversidade II	
0	0	Leve Adversidade III	
0	0	Adv. Moderada I	
0	0	Adv. Moderada II	
0	0	Adv. Moderada III	
0	0	Adv. Moderada IV	
48	30	Adv. Considerável I	
0	0	Adv. Considerável II	
0	0	Adv. Considerável III	
0	0	Adv. Considerável IV	
160	100	Total	

Quadro D6: Diagrama de impactos do cenário ENI_10_5

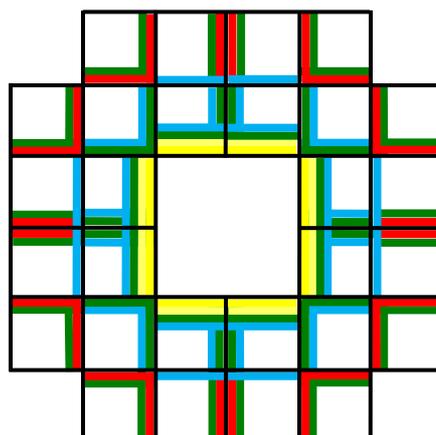
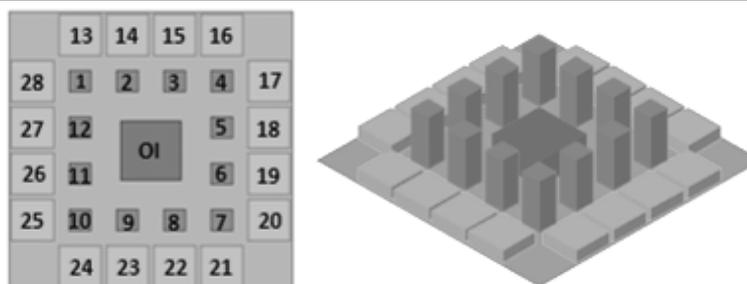


Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
104	26	NI (não há impactos)	
168	42	IN (insignificante)	
16	4	Leve Adversidade I	
24	6	Leve Adversidade II	
8	2	Leve Adversidade III	
24	6	Adv. Moderada I	
0	0	Adv. Moderada II	
0	0	Adv. Moderada III	
0	0	Adv. Moderada IV	
56	14	Adv. Considerável I	
0	0	Adv. Considerável II	
0	0	Adv. Considerável III	
0	0	Adv. Considerável IV	
400	100	Total	

Quadro D7: Diagrama de impactos do cenário ENI_15_5

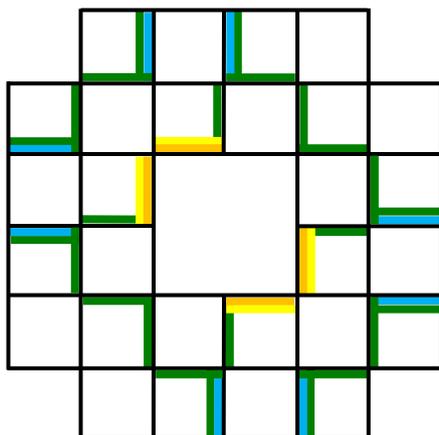
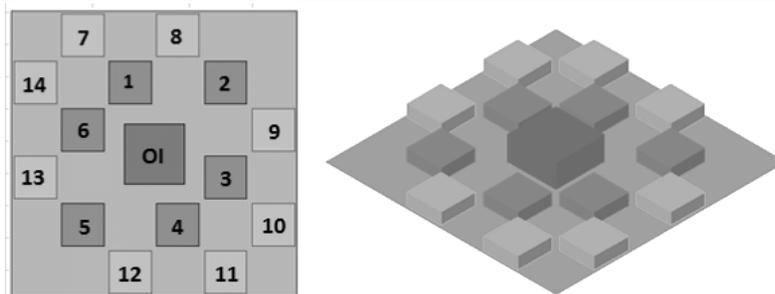


Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
168	32,31	NI (não há impactos)	
224	43,08	IN (insignificante)	
24	4,62	Leve Adversidade I	
16	3,08	Leve Adversidade II	
0	0	Leve Adversidade III	
0	0	Adv. Moderada I	
0	0	Adv. Moderada II	
0	0	Adv. Moderada III	
0	0	Adv. Moderada IV	
88	16,92	Adv. Considerável I	
0	0	Adv. Considerável II	
0	0	Adv. Considerável III	
0	0	Adv. Considerável IV	
520	100	Total	

Quadro D8: Diagrama de impactos do cenário ENI_20_5

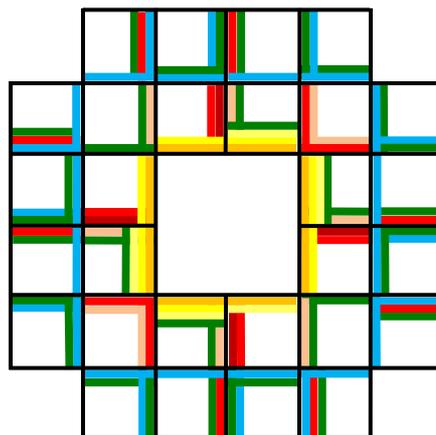
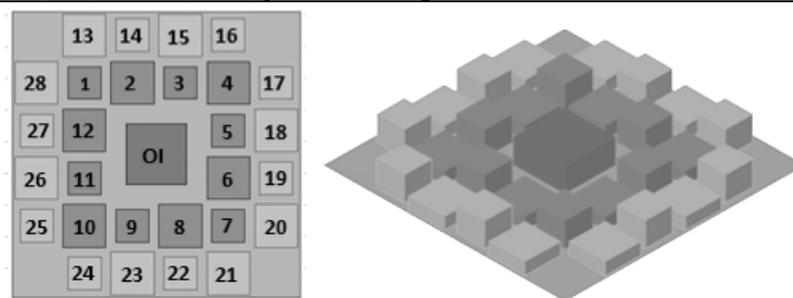
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
280	43,75	NI (não há impactos)	
272	42,5	IN (insignificante)	
24	3,75	Leve Adversidade I	
8	1,25	Leve Adversidade II	
0	0	Leve Adversidade III	
0	0	Adv. Moderada I	
0	0	Adv. Moderada II	
0	0	Adv. Moderada III	
0	0	Adv. Moderada IV	
56	8,75	Adv. Considerável I	
0	0	Adv. Considerável II	
0	0	Adv. Considerável III	
0	0	Adv. Considerável IV	
640	100	Total	

Quadro D9: Diagrama de impactos do cenário NNI_5_0



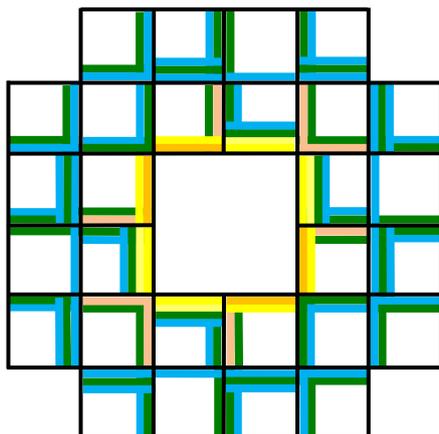
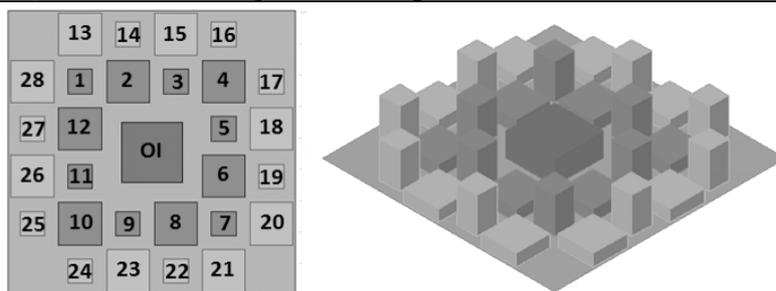
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
20	14,29	NI (não há impactos)	
100	71,43	IN (insignificante)	
0	0	Leve Adversidade I	
4	2,86	Leve Adversidade II	
16	11,43	Leve Adversidade III	
0	0	Adv. Moderada I	
0	0	Adv. Moderada II	
0	0	Adv. Moderada III	
0	0	Adv. Moderada IV	
0	0	Adv. Considerável I	
0	0	Adv. Considerável II	
0	0	Adv. Considerável III	
0	0	Adv. Considerável IV	
140	100	Total	

Quadro D10: Diagrama de impactos do cenário NNI_5_10



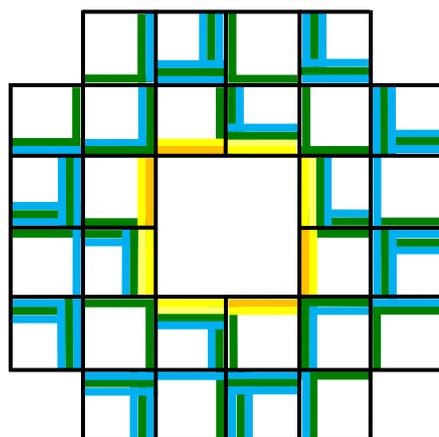
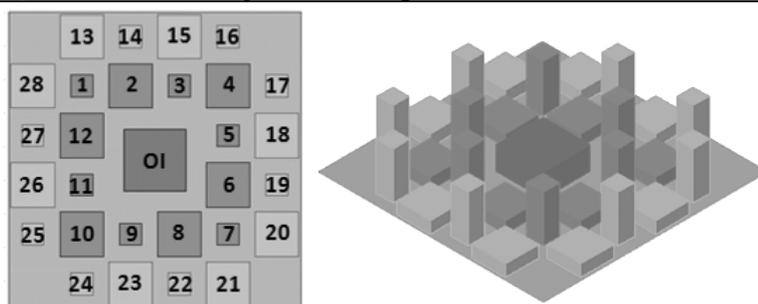
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
114	27,14	NI (não há impactos)	—
196	46,67	IN (insignificante)	—
8	1,90	Leve Adversidade I	—
16	3,81	Leve Adversidade II	—
20	4,76	Leve Adversidade III	—
10	2,38	Adv. Moderada I	—
0	0	Adv. Moderada II	—
0	0	Adv. Moderada III	—
0	0	Adv. Moderada IV	—
52	12,38	Adv. Considerável I	—
4	0,95	Adv. Considerável II	—
0	0	Adv. Considerável III	—
0	0	Adv. Considerável IV	—
420	100	Total	

Quadro D11: Diagrama de impactos do cenário NNI_5_15



Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
220	39,29	NI (não há impactos)	—
284	50,71	IN (insignificante)	—
12	2,14	Leve Adversidade I	—
16	2,86	Leve Adversidade II	—
12	2,14	Leve Adversidade III	—
16	2,86	Adv. Moderada I	—
0	0	Adv. Moderada II	—
0	0	Adv. Moderada III	—
0	0	Adv. Moderada IV	—
0	0	Adv. Considerável I	—
0	0	Adv. Considerável II	—
0	0	Adv. Considerável III	—
0	0	Adv. Considerável IV	—
560	100	Total	

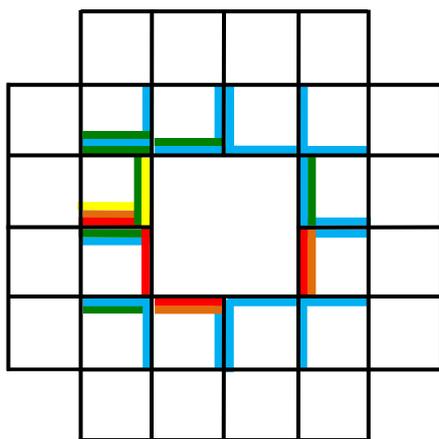
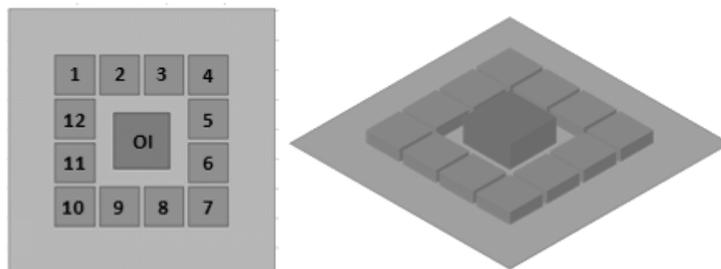
Quadro D12: Diagrama de impactos do cenário NNI_5_20



Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
376	53,71	NI (não há impactos)	—
288	41,14	IN (insignificante)	—
12	1,71	Leve Adversidade I	—
12	1,71	Leve Adversidade II	—
12	1,71	Leve Adversidade III	—
0	0	Adv. Moderada I	—
0	0	Adv. Moderada II	—
0	0	Adv. Moderada III	—
0	0	Adv. Moderada IV	—
0	0	Adv. Considerável I	—
0	0	Adv. Considerável II	—
0	0	Adv. Considerável III	—
0	0	Adv. Considerável IV	—
700	100	Total	

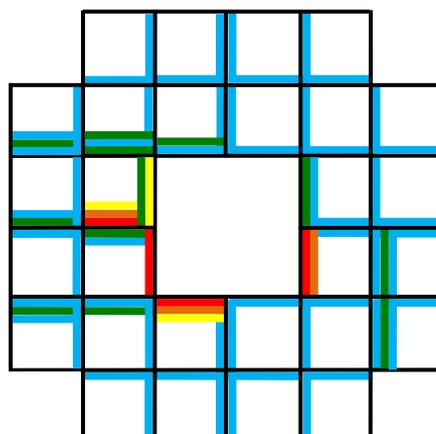
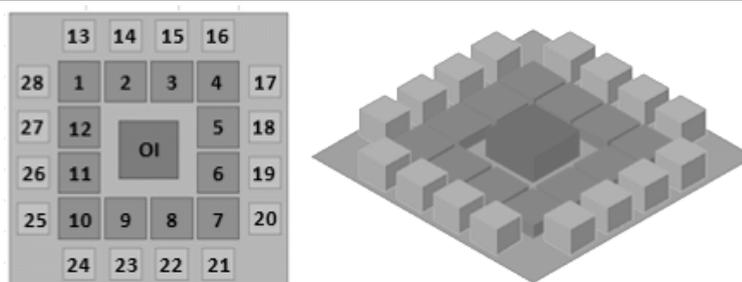
Apêndice E: Diagramas de impacto relativos à insolação para os cenários heterogêneos

Quadro E1: Diagrama de impactos do cenário ENI_5_0



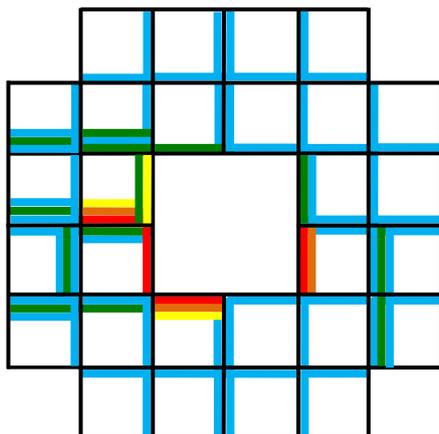
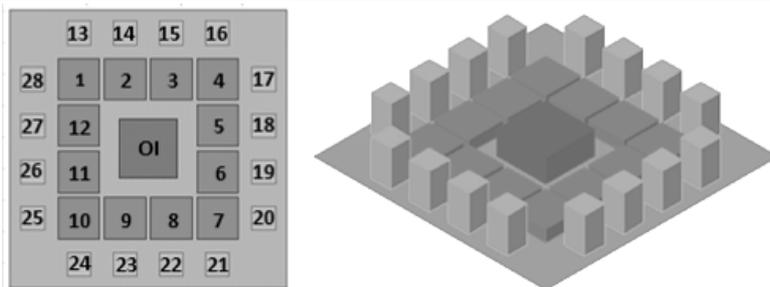
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
83	69,17	NI (não há impactos)	—
16	13,33	IN (insignificante)	—
4	3,33	Leve Adversidade	—
3	2,50	Adversidade Moderada	—
14	11,67	Adversidade Considerável	—
120	100	Total	

Quadro E2: Diagrama de impactos do cenário ENI_5_10



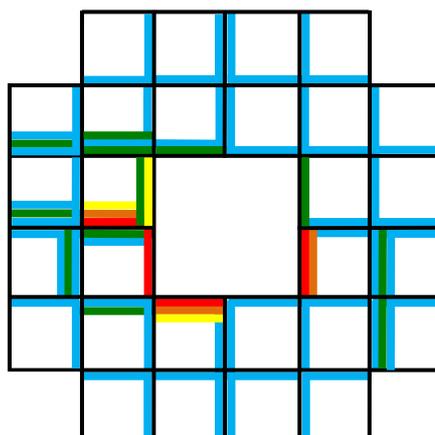
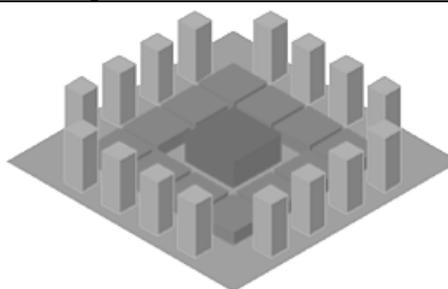
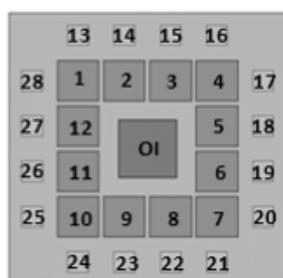
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
384	87,27	NI (não há impactos)	
35	7,95	IN (insignificante)	
4	0,91	Leve Adversidade	
4	0,91	Adversidade Moderada	
13	2,95	Adversidade Considerável	
440	100	Total	

Quadro E3: Diagrama de impactos do cenário ENI_5_15



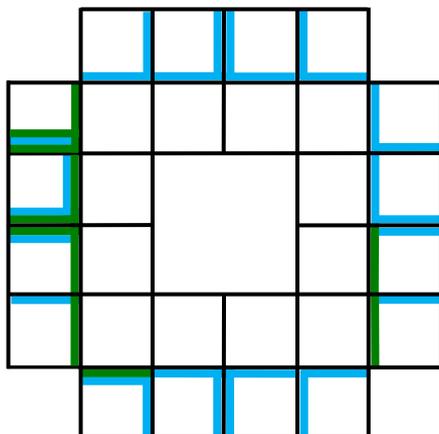
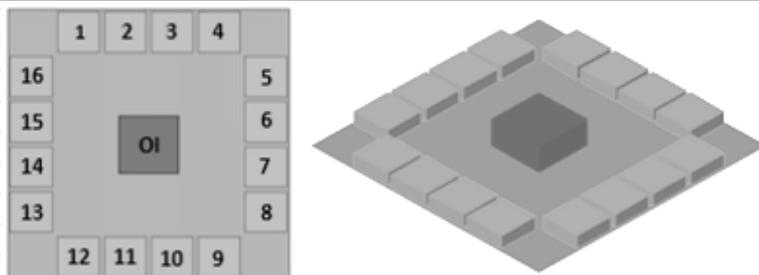
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
544	90,67	NI (não há impactos)	—
35	5,83	IN (insignificante)	—
4	0,67	Leve Adversidade	—
5	0,83	Adversidade Moderada	—
12	2,00	Adversidade Considerável	—
600	100	Total	

Quadro E4: Diagrama de impactos do cenário ENI_5_20



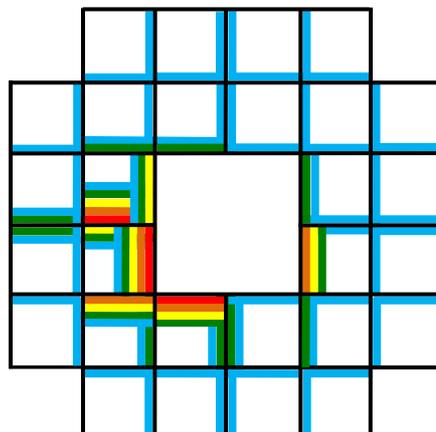
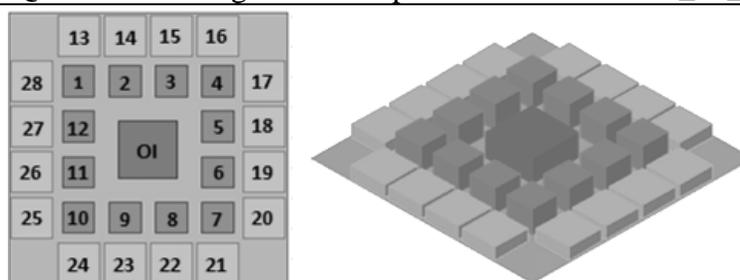
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
708	93,16	NI (não há impactos)	—
30	3,95	IN (insignificante)	—
5	0,66	Leve Adversidade	—
5	0,66	Adversidade Moderada	—
12	1,58	Adversidade Considerável	—
760	100	Total	

Quadro E5: Diagrama de impactos do cenário ENI_0_5



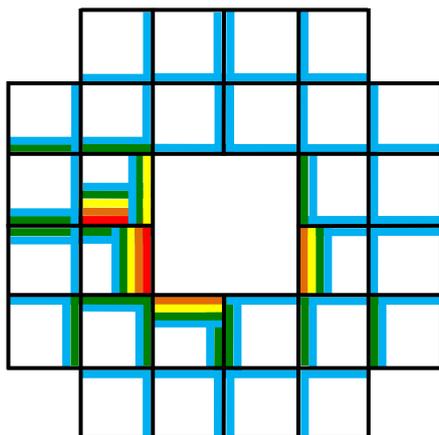
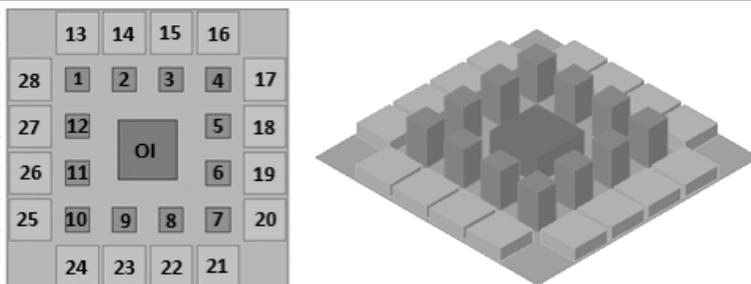
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
137	85,63	NI (não há impactos)	
23	14,38	IN (insignificante)	
0	0	Leve Adversidade	
0	0	Adversidade Moderada	
0	0	Adversidade Considerável	
160	100	Total	

Quadro E6: Diagrama de impactos do cenário ENI_10_5



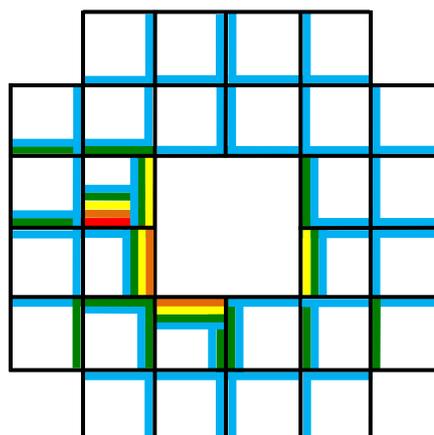
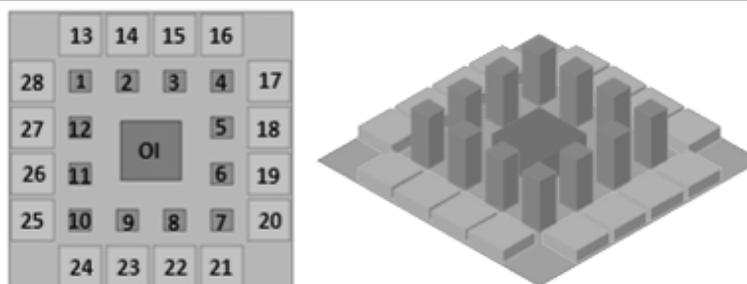
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
323	80,75	NI (não há impactos)	—
47	11,75	IN (insignificante)	—
11	2,75	Leve Adversidade	—
12	3	Adversidade Moderada	—
7	1,75	Adversidade Considerável	—
400	100	Total	

Quadro E7: Diagrama de impactos do cenário ENI_15_5



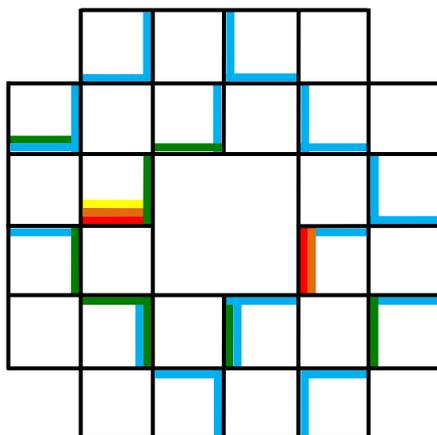
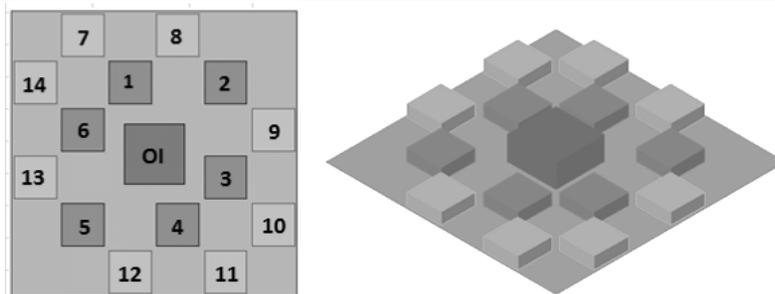
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
432	83,08	NI (não há impactos)	—
66	12,69	IN (insignificante)	—
13	2,50	Leve Adversidade	—
5	0,96	Adversidade Moderada	—
4	0,77	Adversidade Considerável	—
520	100	Total	

Quadro E8: Diagrama de impactos do cenário ENI_20_5



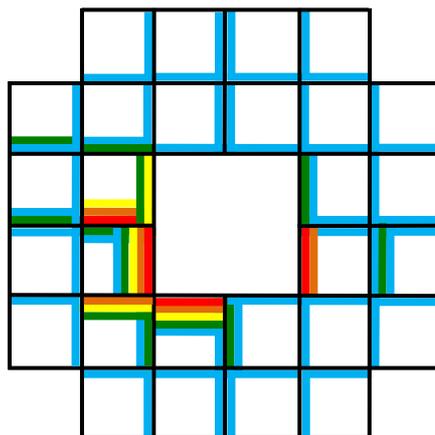
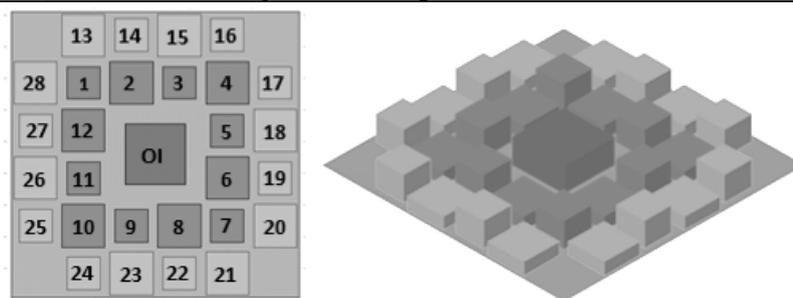
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
549	85,78	NI (não há impactos)	—
75	11,72	IN (insignificante)	—
11	1,72	Leve Adversidade	—
4	0,63	Adversidade Moderada	—
1	0,16	Adversidade Considerável	—
640	100	Total	

Quadro E9: Diagrama de impactos do cenário NNI_5_0



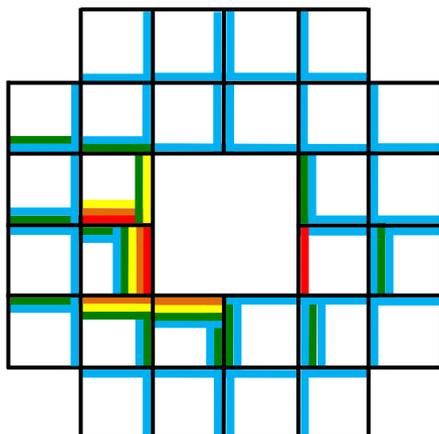
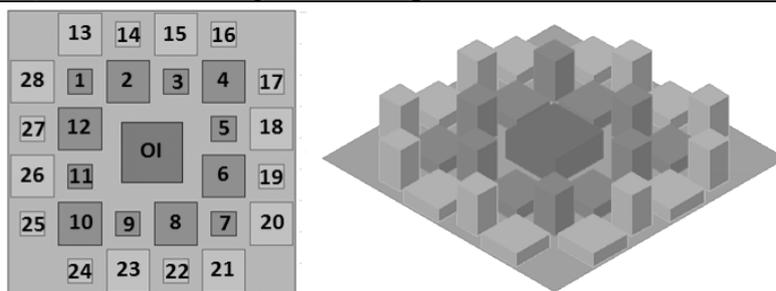
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
98	70	NI (não há impactos)	—
32	22,86	IN (insignificante)	—
1	0,71	Leve Adversidade	—
3	2,14	Adversidade Moderada	—
6	4,29	Adversidade Considerável	—
140	100	Total	

Quadro E10: Diagrama de impactos do cenário NNI_5_10



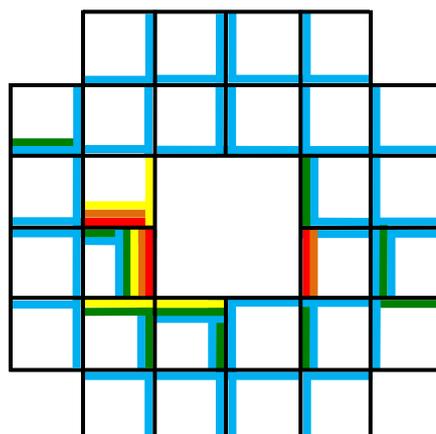
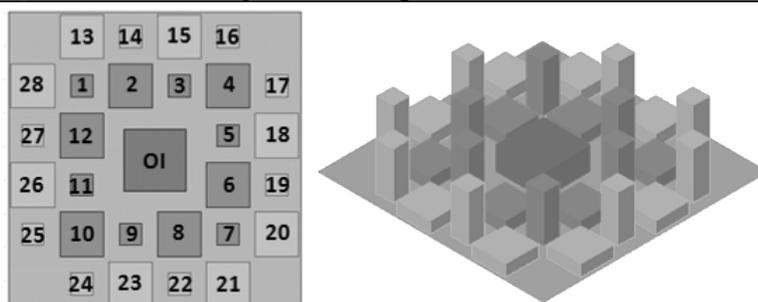
Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
364	86,67	NI (não há impactos)	—
30	7,14	IN (insignificante)	—
7	1,67	Leve Adversidade	—
9	2,14	Adversidade Moderada	—
10	2,38	Adversidade Considerável	—
420	100	Total	

Quadro E11: Diagrama de impactos do cenário NNI_5_15



Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
496	88,57	NI (não há impactos)	—
39	6,96	IN (insignificante)	—
10	1,79	Leve Adversidade	—
5	0,89	Adversidade Moderada	—
10	1,79	Adversidade Considerável	—
560	100	Total	

Quadro E12: Diagrama de impactos do cenário NNI_5_20



Pontos	%	Tipo de impacto	Legenda
642	91,71	NI (não há impactos)	—
35	5,00	IN (insignificante)	—
11	1,57	Leve Adversidade	—
6	0,86	Adversidade Moderada	—
6	0,86	Adversidade Considerável	—
700	100	Total	

ANEXOS

Anexo A: Empresas nacionais que realizam EIVs

Ambiens Consultoria (Florianópolis/SC)

Site: <http://www.ambiensconsultoria.com.br/> - E-mail: ambiens@ambiensconsultoria.com.br

Ambiotech (Curitiba/PR)

Site: <http://www.ambiotech.com.br> - E-mail: contato@ambiotech.com.br

Aprove Consultoria (Natal/RN)

Site: <http://www.aproveconsultoria.com.br/> - E-mail: aprove@aproveconsultoria.com.br

APS Associados (São Paulo/SP)

Site: <http://www.apsbr.com.br/> - E-mail: <http://www.apsbr.com.br/>

Arquitetur (São Paulo/SP)

Site: <http://www.arquitetur.com.br/> - E-mail: arquitetur.au@terra.com.br

Arthepa Engenharia (Florianópolis/SC)

Site: <http://www.arthepa.com.br/arthepa1.html> - E-mail: arthepa@arthepa.com.br

Ativa Ambiental (Santos/SP)

Site: <http://www.ativaambiental.com.br/> - E-mail: http://www.ativaambiental.com.br/cont_contato.asp

Auracaria Ambiental (Cianorte/PR)

Site: <http://www.araucariaambiental.com.br/> - E-mail: <http://www.araucariaambiental.com.br/contato.php>

Axia Consultoria Ambiental (Brasília/DF)

Site: <http://www.axiaconsult.com.br/> - E-mail: axia@axiaconsult.com.br

Bio Ambiente (São Paulo/SP)

Site: <http://www.bioambiente.com.br/bioambiente/default.asp> - E-mail: carlos@bioambiente.com.br

Bra Engenharia (Brasília/DF)

Site: <http://www.braengenharia.com/> - E-mail: bra@braengenharia.com

Bioma Pampa (Porto Alegre/RS)

Site: <http://www.biomapampa.com.br/> - E-mail: biomapampa@biomapampa.com.br

Bucharles (Londrina/PR)

Site: <http://www.bucharles.eng.br/> - E-mail: bucharles@bucharles.eng.br

Build Meio Ambiente (Santa Maria/RS)

Site: <http://www.build.com.br/meioambiente/index.php> - E-mail: build@build.com.br

Ceam Consultoria (Marília/SP)

Site: <http://ceam-consultoria.com.br/portal2/> - E-mail: atendimento@ceam-consultoria.com.br

Ciclo Ambiental (Campinas/SP)

Site: <http://www.cicloambiental.com.br/> - E-mail: cicloambiental@cicloambiental.eng.br

Clam engenharia (Belo Horizonte/MG)

Site: <http://www.clam.eng.br/index.html> - E-mail: contato@clam.eng.br

Coame Consultoria Ambiental (Belo Horizonte/MG)

Site: <http://www.coame.com.br/> - E-mail: coame@coame.com.br

Dfreire (São Paulo/SP)

Site: <http://www.dfreireconsultoria.com.br/> - E-mail: dfreire@dfreireconsultoria.com.br/

Doré Engenharia (Maringá/PR)

Site: <http://www.dorelabsam.eng.br/site/index.php> - E-mail: engenharia@dore.eng.br

Eco-Ambiental Consultoria (Torres/RS)

Site: <http://www.eco-ambiental.net> - E-mail: eco.ambiental@eco-ambiental.net

EcoFauna (Belo Horizonte/MG)

Site: <http://www.ecofauna.com.br/principal.swf> - E-mail: ecofauna@ecofauna.com.br

Ecomapa Engenharia Ambiental (Brasília/DF)

Site: <http://www.ecomapa.com.br/> - E-mail: contato@ecomapa.com.br

Ecotech Ambiental (Brasília/DF)

Site: <http://www.ecotechambiental.com.br> - E-mail: ecotech@ecotechambiental.com.br

Emcon Ambiental (Itajaí/SC)

Site: <http://www.emconambiental.com.br/> - E-mail: <http://www.emconambiental.com.br/contato.htm>

Escritório Mahfuz+AlcantaraGomes (Porto Alegre/RS)

Site: <http://www.mahfuz-alcantaragomes.org/index.html> - E-mail: edson@mahfuz.arq.br

Garcia Barreto Consultoria (Brasília/DF, Uberlândia/MG e Belo Horizonte/MG)

Site: <http://www.gustavobarreto.com.br/> - E-mail: <http://www.gustavobarreto.com.br/brasil/arquiteto-e-engenheiro/licenciamento-ambiental/contato-brasil-garcia-barreto-consultoria-df.html>

Gerência Ambiental (Campinas/SP)

Site: <http://www.gerenciaambiental.com.br/> - E-mail: contato@gerenciaambiental.com.br

Geoconsult (Fortaleza/CE)

Site: <http://www.geoconsult-br.com/> - E-mail: atendimento@geoconsult-br.com

Geoprime (Jacarepaguá/RJ)

Site: <http://www.geoprime.com.br/> - E-mail: contato@geoprime.com.br

Geo Sustentável (Florianópolis/SC)

Site: <http://www.geosustentavel.com.br/index.html> - E-mail: geosustentavel@geosustentavel.com.br

Gerar Meio Ambiente (Belo Horizonte/MG)

Site: <http://gerarmeioambiente.com.br/> - E-mail: contato@gerarmeioambiente.com.br

Gestão de Vizinhaça (São Paulo/SP)

Site: <http://www.gestaodevizinhanca.com.br/> - E-mail: contato@gestaodevizinhanca.com.br

Gisflora (Saquarema/RJ)

Site: <http://gisflora.com.br/contato.htm> - E-mail: gisflora@gisflora.com.br

Grupo Eco Systems (Ribeirão Preto/SP)

Site: <http://www.grupoecosystems.com.br/> - E-mail: ecosystems@grupoecosystems.com.br

H2 Engenharia (Florianópolis/SC)

Site: <http://www.h2engenharia.com.br/index.htm> - E-mail: <http://www.h2engenharia.com.br/contato.htm>

Instituto Dias Lopes (São Paulo/SP)

Site: <http://www.institutodiaslopes.com.br> - E-mail: <http://www.institutodiaslopes.com.br/duvidas2.asp>

Instituto Sapiens (Rio de Janeiro/RJ)

Site: <http://www.institutosapiens.org/index.php> - E-mail: contato@institutosapiens.org

Laborar (João Monlevale/MG)

Site: <http://www.laborarmais.com.br> - E-mail: <http://www.laborarmais.com.br/contato.asp>

Master Engenharia Ambiental (Londrina/PR)

Site: <http://www.masterambiental.com.br/index.asp> - E-mail: contato@masterambiental.com.br

MDZ (Curitiba/PR)

Site: <http://www.mdz.com.br/> - E-mail: <http://www.mdz.com.br/?q=contact>

MPB Engenharia (Florianópolis/SC)

Site: <http://www.mpb.eng.br/> - E-mail: <http://www.mpb.eng.br/site/contato.php>

Natucontrol (Araguari/MG)

Site: <http://www.natucontrol.com.br> - E-mail: natucontrol@hotmail.com.br

O₂ Engenharia (Florianópolis/SC)

Site: <http://www.o2engenharia.com.br/index.html> - E-mail:
<http://www.o2engenharia.com.br/contato.html>

Palmares Geo (Foz do Iguaçu/PR)

Site: <http://www.palmaresgeo.com.br/> - E-mail:
http://www.palmaresgeo.com.br/fale_conosco.swf

Progea Estudos Ambientais (Brasília/DF)

<http://www.progea.com.br/> - E-mail: junia@progea.com.br, rodrigo@progea.com.br

Químea Química e Meio Ambiente (Porto Alegre/RS, Santa Maria/RS e Carazinho/RS)

Site: <http://www.quimea.com.br/> - E-mail: contato@quimea.com.br

RA Reengenharia Ambiental (Cabo Frio/RJ)

Site: <http://cidadesaopaulo.olx.com.br/engenharia-civil-ambiental-iid-7204234> - E-mail: ra-tec@hotmail.com

Samaúma (Nova Americana/SP)

Site: <http://www.samaumaambiental.com.br/index.html> - E-mail:
contato@samaumaambiental.com.br

Senna Ambiental (Campinas/SP)

Site: <http://www.sennaambiental.com.br/index.php> - E-mail:
contato@sennaambiental.com.br

Sensu Ambiental (Goiânia/GO)

Site: <http://www.sensuambiental.com.br/index.swf> - E-mail:
sensu@sensuambiental.com.br

Sinergia Projetos e Estudos (Rio de Janeiro/RJ)

Site: <http://www.sinergiaestudos.com.br> - E-mail:
<http://www.sinergiaestudos.com.br/contato.asp>

Solo Ambiente (São Paulo/SP)

Site: <http://www.soloambiente.com.br/> - E-mail: soloambiente@soloambiente.com.br

Suporte Ambiental (Maringá/PR)

Site: <http://www.suporteambiental.com.br/> - E-mail: contato@suporteambiental.com.br

Tecnomapas (Cuiabá/MT)

Site: <http://www.tecnomapas.com.br/> - E-mail:
http://www.tecnomapas.com.br/fale_conosco/

Tectran (Belo Horizonte/MG)

Site: <http://www.tectran.com.br/> - E-mail: contato@tectran.com.br

Vento Sul Consultoria Ambiental (Rio Grande/RS)

Site: <http://www.ventosulconsultoria.com.br> - E-mail:
http://www.ventosulconsultoria.com.br/index.php?id_menu=1104&sis_exe=1000&n_sistema=1003

Villaça Godoy (Pindamonhangaba/SP)

Site: <http://www.villacagodoy.com.br/> - E-mail: <http://www.villacagodoy.com.br/>

3R Ambiental (Curitiba/PR)

Site: <http://www.masterambiental.com.br/index.asp> - E-mail: contato@3r-ambiental.com.br

Anexo B: Referências bibliográficas de todos os Estudos de Impacto de Vizinhança nacionais pesquisados

AMBIENS Consultoria e Projetos Ambientais. **Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) do empreendimento denominado 6º etapa B na UEP 46 em Jurerê Internacional – Florianópolis/SC.** Disponível no IPUF – Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis. Florianópolis, 2004.

AMBIENS Consultoria e Projetos Ambientais. **Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) do empreendimento Marina Philippi – Florianópolis/SC.** Disponível no IPUF – Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis. Florianópolis, 2005.

CAMARGO, M. **Relatório de impacto de vizinhança – Auto Posto Andreatta (2009a).** Disponível em: <<http://198.106.103.111/userfiles/smp/eivriv/045ANDREATTA.pdf>>. Acessado em: jan, 2010.

CAMARGO, M. **Relatório de impacto de vizinhança – Casa de Cultura (2009b).** Disponível em: <http://198.106.103.111/userfiles/smp/CASA_DE_CULTURA_2008.pdf>. Acessado em: jan, 2010.

CAMARGO, L. R. **Relatório de impacto de vizinhança – Posto Vila do Lago (2007).** Disponível em: <<http://www.braganca.sp.gov.br/userfiles/smp/eivriv>>. Acessado em: fev, 2009.

DALL'ARA, Eduardo. **Relatório de impacto de vizinhança – Instalação de Shopping Center, hipermercado e Edifício de escritórios - (2009a).** Disponível em: <<http://198.106.103.111/userfiles/smp/eivriv/070SHOPPING.pdf>>. Acessado em: jan, 2010.

DALL'ARA, Eduardo. **Relatório de impacto de vizinhança – Implantação de shopping center, hotel e centro empresarial - (2009b).** Disponível em: <<http://198.106.103.111/userfiles/smp/URBIA.pdf>>. Acessado em: jan, 2010.

DARP – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO. **Relatório de impacto de vizinhança – Andaluz Indústria e Comércio de Ferramentas Ltda (2008a).** Disponível em: <<http://www.braganca.sp.gov.br/userfiles/smp/eivriv>>. Acessado em: fev, 2009.

DARP – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO. **Relatório de impacto de vizinhança – Antonio Fernando Carvalho de Lima - ME (2008b).** Disponível em: <<http://198.106.103.111/contents.asp?pg=2&idm=33&ids=40>>. Acessado em: jan, 2010.

DARP – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO. **Relatório de impacto de vizinhança – A. R. Trainoti & CIA LTDA – ME (2009c).** Disponível em: <<http://198.106.103.111/contents.asp?pg=2&idm=33&ids=40>>. Acessado em: jan, 2010.

DARP – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO. **Relatório de impacto de vizinhança – Baratel Portões LTDA – ME (2009d)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/contents.asp?pg=2&idm=33&ids=40>>. Acessado em: jan, 2010.

DARP – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO. **Relatório de impacto de vizinhança – Claudia Barbosa Bar e Casa de Show (2009e)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/userfiles/smp/68CLAUDIABARBOSA.pdf>>. Acessado em: jan, 2010.

DARP – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO. **Relatório de impacto de vizinhança – Centro social São José da Mitra Diocesana de Bragança Paulista – Paróquia de Santa Terezinha (2009f)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/contents.asp?pg=2&idm=33&ids=40>>. Acessado em: jan, 2010.

DARP – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO. **Relatório de impacto de vizinhança – Comércio de Gás e Água Morais LTDA ME (2009g)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/userfiles/smp/091GASMORAIS.pdf>>. Acessado em: jan, 2010.

DARP – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO. **Relatório de impacto de vizinhança – Comércio Atacadista de resíduos de papel e papelão, plásticos e alumínio Biassio (2008a)**. Disponível em: <<http://www.braganca.sp.gov.br/userfiles/smp/eivriv>>. Acessado em: fev, 2009.

DARP – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO. **Relatório de impacto de vizinhança – Comércio Atacadista de resíduos de papel e papelão, plásticos e alumínio Renata Rupp (2008b)**. Disponível em: <<http://www.braganca.sp.gov.br/userfiles/smp/eivriv>>. Acessado em: fev, 2009.

DARP – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO. **Relatório de Impacto de Vizinhança – Comércio Varejista de gás liquefeito de petróleo (glp) – classe ii (2008c)**. Disponível em: <<http://www.braganca.sp.gov.br/userfiles/smp/eivriv>>. Acessado em: fev, 2009.

DARP – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO. **Relatório de impacto de vizinhança – Fabricação de esquadrias de metal, com predominância de alumínio (2008d)**. Disponível em: <<http://www.braganca.sp.gov.br/userfiles/smp/eivriv>>. Acessado em: fev, 2009.

DARP – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO. **Relatório de impacto de vizinhança – Fabricação de ferramentas (2008e)**. Disponível em: <<http://www.braganca.sp.gov.br/userfiles/smp/eivriv>>. Acessado em: fev, 2009.

DARP – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO. **Relatório de impacto de vizinhança – Fabricação de materiais e artefatos de plástico (2008f)**. Disponível em: <<http://www.braganca.sp.gov.br/userfiles/smp/eivriv>>. Acessado em: fev, 2009.

DARP – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO. **Relatório de impacto de vizinhança – Jup-Jep buffet infantil e entretenimento LTDA ME (2009h)**. Disponível em:

<http://198.106.103.111/userfiles/smp/074_09%20JUP%20JEP%20BUFFET.pdf>.
Acessado em: jan, 2010.

DARP – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO. **Relatório de impacto de vizinhança – Luis Donizete do Prado Gás ME (2009i)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/userfiles/smp/089LUISDOPRADO.pdf>>. Acessado em: jan, 2010.

DARP – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO. **Relatório de impacto de vizinhança – Maia's car wash LTDA ME (2009j)**. Disponível em: <http://198.106.103.111/userfiles/smp/77MAIASCARWASH_1.pdf>. Acessado em: jan, 2010.

DARP – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO. **Relatório de impacto de vizinhança – Minimercado e Comércio Varejista de gás liquefeito de petróleo (glp) – classe ii e água 1 (2008f)**. Disponível em: <<http://www.braganca.sp.gov.br/userfiles/smp/eivriv>>. Acessado em: fev, 2009.

DARP – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO. **Relatório de impacto de vizinhança – minimercado e comércio varejista de gás liquefeito de petróleo (glp) – classe ii e água 2 (2008g)**. Disponível em: <<http://www.braganca.sp.gov.br/userfiles/smp/eivriv>>. Acessado em: fev, 2009.

DARP – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO. **Relatório de impacto de vizinhança – Montagem de Brinquedos (2008h)**. Disponível em: <<http://www.braganca.sp.gov.br/userfiles/smp/eivriv>>. Acessado em: fev, 2009.

DARP – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO. **Relatório de impacto de vizinhança – Nippontec Tecnologia de Corte Ltda (2008i)**. Disponível em: <<http://www.braganca.sp.gov.br/userfiles/smp/eivriv>>. Acessado em: fev, 2009.

DARP – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO. **Relatório de impacto de vizinhança – P. Santos Gás e Água – ME (2009k)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/contents.asp?pg=2&idm=33&ids=40>>. Acessado em: jan, 2010.

DARP – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO. **Relatório de impacto de vizinhança – Sergio Costa Oliveira Restaurante e Cervejaria LTDA (2009l)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/contents.asp?pg=2&idm=33&ids=40>>. Acessado em: jan, 2010.

DARP – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO. **Relatório de impacto de vizinhança – Sérgio Fernandes Teixeira Bar (2008j)**. Disponível em: <<http://www.braganca.sp.gov.br/userfiles/smp/eivriv>>. Acessado em: fev, 2009.

DARP – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO. **Relatório de impacto de vizinhança – Service Inox Serralheria LTDA ME (2009m)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/contents.asp?pg=2&idm=33&ids=40>>. Acessado em: jan, 2010.

DARP – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO. **Relatório de impacto de vizinhança – Stefan Metalúrgica LTDA EPP (2009n)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/contents.asp?pg=2&idm=33&ids=40>>. Acessado em: jan, 2010.

DARP – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO. **Relatório de impacto de vizinhança – Tecbraf Tecnologia de produtos para fundição LTDA (2009o)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/contents.asp?pg=2&idm=33&ids=40>>. Acessado em: jan, 2010.

DARP – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO. **Relatório de impacto de vizinhança – Terezinha Izonete Antunes de Oliveira – ME (2009p)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/contents.asp?pg=2&idm=33&ids=40>>. Acessado em: jan, 2010.

DARP – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO. **Relatório de impacto de vizinhança – Terezinha Adelino Aparecido de Oliveira Gás – ME (2009q)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/contents.asp?pg=2&idm=33&ids=40>>. Acessado em: jan, 2010.

GUTIERREZ ENGENHARIA. **Relatório de impacto de vizinhança – Arferpric Ferramentaria de precisão Indústria e Comércio Ltda (2008a)**. Disponível em: <<http://www.braganca.sp.gov.br/userfiles/smp/eivriv>>. Acessado em: fev, 2009.

GUTIERREZ ENGENHARIA. **Relatório de impacto de vizinhança – Capricórnio S/A - (2009a)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/userfiles/smp/094CAPRICORNIO.pdf>>. Acessado em: jan, 2010.

GUTIERREZ ENGENHARIA. **Relatório de impacto de vizinhança – Coplastil Indústria e Comércio de Plásticos Ltda - (2009b)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/userfiles/smp/eivriv/064COPLASTIL.pdf>>. Acessado em: jan, 2010.

GUTIERREZ ENGENHARIA. **Relatório de impacto de vizinhança – Enercom Indústria e Comércio de Plásticos Ltda - (2009c)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/contents.asp?pg=2&idm=33&ids=40>>. Acessado em: jan, 2010.

GUTIERREZ ENGENHARIA. **Relatório de impacto de vizinhança – Irmandade do Senhor Bom dos Passos da Santa Casa de Misericórdia de Bragança Paulista - (2009d)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/userfiles/smp/075SANTACASA.pdf>>. Acessado em: jan, 2010.

GUTIERREZ ENGENHARIA. **Relatório de impacto de vizinhança – Krystal Design Indústria e Comércio de Vidros Ltda - (2009e)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/userfiles/smp/eivriv/060KRYSTALL.pdf>>. Acessado em: jan, 2010.

GUTIERREZ ENGENHARIA. **Relatório de impacto de vizinhança – L. C. Indústria e Comércio Ltda - EPP - (2009f)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/userfiles/smp/eivriv/067LCINDUSTRIA.pdf>>. Acessado em: jan, 2010.

GUTIERREZ ENGENHARIA. **Relatório de impacto de vizinhança – Serralheria Esquadribox Ltda - Me (2009g)**. Disponível em: <<http://www.braganca.sp.gov.br/userfiles/smp/eivriv>>. Acessado em: fev, 2009.

GUTIERREZ ENGENHARIA. **Relatório de impacto de vizinhança – Verzino Industrial Ltda - (2009h)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/userfiles/smp/eivriv/047VERZINO.pdf>>. Acessado em: jan, 2010.

KASECKER, Elias O. J. **Relatório de impacto de vizinhança – Galpão para fins comerciais (2009)**. Disponível em: <http://www.araucaria.pr.gov.br/download/eiv_sidnei.pdf>. Acessado em: jan, 2010.

LATTANZI, E. A. **Relatório de impacto de vizinhança – Braminas brasileira de granitos e mármore Ltda (2008)**. Disponível em: <<http://www.braganca.sp.gov.br/userfiles/smp/eivriv>>. Acessado em: fev, 2009.

LEME, Paulo T.. **Relatório de impacto de vizinhança – Escola de Educação Infantil e Ensino Fundamental Crescendo Feliz Ltda ME (2009)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/userfiles/smp/079CRESCENDFELIZ.pdf>>. Acessado em: jan, 2010.

MENDES, Armando Leitão. **Estudo e relatório de impacto de vizinhança: construção de Centro Comercial Plaz Shopping – Região Praias da Baía (2008a)**. Disponível em: <<http://www.urbanismo.niteroi.rj.gov.br/>>. Acessado em: fev, 2009.

MENDES, Armando Leitão. **Estudo e relatório de impacto de vizinhança: construção de condomínio residencial multifamiliar – Rua Coronel Tamarindo (2008b)**. Disponível em: <<http://www.urbanismo.niteroi.rj.gov.br/>>. Acessado em: fev, 2009.

MENDES, Armando Leitão. **Estudo e relatório de impacto de vizinhança: construção de condomínio residencial multifamiliar - Alameda São Boaventura (2008c)**. Disponível em: <<http://www.urbanismo.niteroi.rj.gov.br/>>. Acessado em: fev, 2009.

MMEYER Consultoria Ambiental. **Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) do Hotel LANAI na Lagoa da Conceição UEP 68 – Florianópolis/SC**. Disponível no IPUF – Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis. Florianópolis, 2004.

MOREIRA, V. A. **Relatório de impacto de vizinhança – Porkarias Bar LTDA (2009)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/userfiles/smp/0783G.pdf>>. Acessado em: jan, 2010.

NOR, S.; PAPST, A. L. **Estudo do Impacto de Vizinhança - Ambiente Urbano e Participação Comunitária**. In: International Congress on Environment Planning and management, 2005, Brasília. Environmental Challenges of Urbanization, 2005.

SOUZA, Antonio A. S. **Relatório de impacto de vizinhança – Auto Posto Imigrantes de Serviços e Comércio de Combustíveis para Veículos Automotores e Centro Automotivo - (2008a)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/contents.asp?pg=2&idm=33&ids=40>>. Acessado em: jan, 2010.

SOUZA, A. S. S. **Relatório de impacto de vizinhança – Pingo Indústria e Comércio de Doces e Salgados Ltda- Me (2008b)**. Disponível em: <<http://www.braganca.sp.gov.br/userfiles/smp/eivriv>>. Acessado em: fev, 2009.

SOUZA, Antonio A. S. **Relatório de impacto de vizinhança – Sabella & Sabella LTDA - (2008c)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/contents.asp?pg=2&idm=33&ids=40>>. Acessado em: jan, 2010.

OLIVEIRA, L. W. M. **Relatório de impacto de vizinhança – Clube de Campo de Bragança (2009a)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/userfiles/smp/eivriv/073CLUBEDECAMPO.pdf>>. Acessado em: jan, 2010.

OLIVEIRA, L. W. M. **Relatório de impacto de vizinhança – Europa Empreendimentos (2009b)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/userfiles/smp/0783G.pdf>>. Acessado em: jan, 2010.

OLIVEIRA, L. W. M. **Relatório de impacto de vizinhança – Mefel Mecânica e Estamparia LTDA ME (2009c)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/userfiles/smp/0783G.pdf>>. Acessado em: jan, 2010.

OLIVEIRA, L. W. M. **Relatório de impacto de vizinhança – Perfil Metal LTDA (2009d)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/userfiles/smp/eivriv/058PERFILMETAL.pdf>>. Acessado em: jan, 2010.

OLIVEIRA, L. W. M. de. **Relatório de impacto de vizinhança – Unidade Hospitalar Unimed (2008a)**. Disponível em: <<http://www.braganca.sp.gov.br/userfiles/smp/eivriv>>. Acessado em: fev, 2009.

OLIVEIRA, L. W. M. **Relatório de impacto de vizinhança – Unimed de Bragança Paulista (2009e)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/userfiles/smp/0783G.pdf>>. Acessado em: jan, 2010.

OLIVEIRA, L. W. M. de. **Relatório de impacto de vizinhança – Unidade Mefel Mecânica e Estamparia Ltda Me (2008b)**. Disponível em: <<http://www.braganca.sp.gov.br/userfiles/smp/eivriv>>. Acessado em: fev, 2009.

OLIVEIRA, L. W. M. **Relatório de impacto de vizinhança – Terminal Rodoviário de Bragança (2009f)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/userfiles/smp/090TerminalRodoviario.pdf>>. Acessado em: jan, 2010.

OLIVEIRA, L. W. M. **Relatório de impacto de vizinhança – 3G Ferramentaria de Precisão (2009g)**. Disponível em: <<http://198.106.103.111/userfiles/smp/0783G.pdf>>. Acessado em: jan, 2010.

REGULARE Assessoria em Projetos. **Relatório de impacto de vizinhança – Brasmount Imobiliária LTDA (2009)**. Disponível em: <http://www.araucaria.pr.gov.br/download/eiv_brasmount.pdf>. Acessado em: jan, 2010.

VISTA ALEGRE Construtora. **Relatório de impacto de vizinhança – Vista Alegre Construtora (2009)**. Disponível em: <http://www.araucaria.pr.gov.br/download/eiv_josemaurogulin.pdf>. Acessado em: jan, 2010.

Anexo C: Referências bibliográficas de todos os Estudos de Impacto de Vizinhança internacionais pesquisados.

ACCON. **Sladedale Road – Daylight/Sunlight Assessment (2009)**. Disponível em: <http://onlineplanning.greenwich.gov.uk/acolnet/documents/14487_4.pdf>. Acessado em jan, 2010.

AECOM. **Report assesses the daylight and sunlight overshadowing performance Tara Street Station (2009a)**. Disponível em: <<http://www.tarastreetstation.ie/pdf/Volume5/Chapter%2011%20Lighting%20Assessment.pdf>>. Acessado em jan, 2010.

AECOM. **WEB Residential Scheme (Zephyrus) Environmental Statement (2009b)**. Disponível em: <<http://www.axiomci.com/sos/eis.pdf>>. Acessado em jan, 2010.

AKRF. **Atlantic Yards Arena and Redevelopment Project EIS (2006)**. Disponível em: <http://www.empire.state.ny.us/Subsidiaries_Projects/Data/AtlanticYards/AdditionalResources/AYFEIS/16_Neighborhood_Character.pdf>. Acessado em jan, 2010.

ANSTEY HORNE & CO. **Planning Application Submission - DAYLIGHT REPORT (2009)**. Disponível em: <http://onlineplanning.greenwich.gov.uk/acolnet/documents/13813_1.pdf>. Acessado em jan, 2010.

ANSTEY HORNE. **Samuel lewis trust buildings, lisgar terrace, London w14 - Daylight and sunlight reports submitted in respect of planning application (2008)**. Disponível em: <<http://www.idoxwam1.lbhf.gov.uk/WAM/doc/Planning%20Apps%20|%20Applicant%20Supporting%20Statement569724.pdf?extension=.pdf&id=569724&location=VOLUME1&contentType=application/pdf&pageCount=1&appid=1001>>. Acessado em jan, 2010.

AW PERRY. **Summer Street Building: Final Environmental Impact Assessment (1987)**. Disponível em: < <http://www.archive.org/details/summerstreetb00awpe> >. Acessado em jan, 2010.

BLDA. **Hale Village EIA - Environmental Statement: Sunlight and Daylight (2006)**. Disponível em: <<http://www.planningservices.haringey.gov.uk/portal/servlets/AttachmentShowServlet?ImageName=105093>>. Acessado em jan, 2010.

BLUE WAVE. **Harvard's Allston Science Complex - Draft Project Impact Report (2007)**. Disponível em: < <http://www.allston.harvard.edu/news/whatsnew.htm>>. Acessado em jan, 2010.

BROADWAY MALYAN. **Kirkby Town Centre Regeneration - Sunlight and Daylight study (2007)**. Disponível em: <<http://inquiry.knowsley.gov.uk/Core%20Documents/CD%201.9.6%20SunlightDaylightStudy.pdf>>. Acessado em jan, 2010.

BROADWAY MALYAN. Revised Design and Access Statement Ordinance (2008). Disponível em: <http://www.southampton.gov.uk/Images/DAS%20REVISED%20JUN%202008-RevA%20%28Part%201%29_tcm46-207169.pdf>. Acessado em jan, 2010.

BURO HAPOLD. Redevelopment of Convoys Wharf - Environmental Statement (2002). Disponível em: <http://www.certusdesign.co.uk/resources/downloads/ME_NTS.pdf>. Acessado em jan, 2010.

BURO HAPOLD & FORTH PROPERTIES. Outline Planning Application – Edinburg Harbor Environmental Statement (2001). Disponível em: <<http://citydevportal.edinburgh.gov.uk/portal/getEdmDoc?docid=52869646&ext=pdf>>. Acessado em jan, 2010.

BVP. 59 Kingston Road - Daylight and Sunlight Report (2008). Disponível em: <http://images.kingston.gov.uk/images_dellstore/DC/0814633/Image_968.pdf>. Acessado em jan, 2010.

BVP. Report – Daylight & Sunlight to neighbouring residential properties (2009). Disponível em: <http://planning.nelincs.gov.uk/images/ocella_dv/dv_pl_files%5CDC_760_09_EMA/DC_760_09_EMA-SD.pdf>. Acessado em jan, 2010.

CARILLION. Southmead Hospital Redevelopment Project - Community Involvement Statement (2009). Disponível em: <<http://e2edocs.bristol-city.gov.uk/WAM/doc/Other-533404.pdf?extension=.pdf&id=533404&appid=&location=VOLUME1&contentType=application/octet-stream&pageCount=1>>. Acessado em jan, 2010.

CARR, LYNCH, HACK and SANDELL INC. Draft project impact report, draft environmental impact report for New England medical center hospitals (1992). Disponível em: <<http://www.archive.org/details/draftprojectimpa00carr>>. Acessado em jan, 2010.

CATALYST H.G. Daylight and Sunlight Report for the proposed development known as South Acton Phase 2.2, London W3 (2007). Disponível em: <http://www.pam.ealing.gov.uk/PlanNet/documentstore%5CDC1118672-76-1_AF_A.PDF>. Acessado em jan, 2010.

CHIOFARO. Forth Hill Square – Environmental impact report (1984). Disponível em: <<http://ia301520.us.archive.org/3/items/internationalpla01hmma/internationalpla01hmma.pdf>>. Acessado em jan, 2010.

CHRISTOPHER A. JOSEPH & ASSOCIATES. Draft environmental impact report for the Hollywood tower terrace (2005). Disponível em: <<http://cityplanning.lacity.org/eir/FranklinApts/DEIR/Franklin%20apartments.htm>>. Acessado em jan, 2010.

CUNNAME. **Environmental Impact Statement For North Lotts Dublin Docklands (2002)**. Disponível em:

<<http://www.dublindocklands.ie/files/business/planning/North%20Lotts%20Amendment%20EIS.00001.pdf>>. Acessado em jan, 2010.

DAVID JARVES ASSOCIATES. **Cheltenham proposed housing development daylight impact assessment draft (2008)**. Disponível em:

<<http://planning2.tewkesbury.gov.uk/WAM/doc/Other%20Reports194992.pdf?extension=.pdf&id=194992&location=VOLUME1&contentType=application/pdf&pageCount=1>>. Acessado em jan, 2010.

DELVA & PATMAN ASSOCIATES. **Prendergast school redevelopment - daylight, sunlight and overshadowing study (2008)**. Disponível em: <http://www4.lewisham.gov.uk/acolnet/ACOLLATEDOCS/41791_5.pdf>. Acessado em jan, 2010.

DELVA & PATMAN ASSOCIATES. **186 Hoe Street Walthamstow, London. e17 - Daylight study (2009)**. Disponível em: <<http://fighttheheight.googlepages.com/DaySunReportJune2009Addendum.pdf>>. Acessado em jan, 2010.

DP9 CONSULTANTS. **Former Chelsea Barracks - Amended Scheme Addendum Environmental Statement (2009)**. Disponível em:

<<http://www.chelseabarracks.org.uk/library/Amended%20Scheme%20Addendum%20Enviro%20Statement%20NonTechnical%20Summary.pdf>>. Acessado em jan, 2010.

DURING ASSOCIATES. **Draft Environmental Impact Report (EIR) for the 1415 Mission Street Mixed Use Development Project (2009)**. Disponível em:

<<http://www.sf-planning.org/index.aspx?page=1828>>. Acessado em jan, 2010.

EL-AD GROUP. **Étude d'impact sur l'enseillement – Secteur Nordelec (2006)**. Disponível em: <<http://www2.ville.montreal.qc.ca/ocpm/pdf/P34/3b.pdf>>. Acessado em: fev, 2009.

ENVIRON UK. **Addendum Environmental Statement - Daylight, sunlight and overshadowing (2007a)**. Disponível em:

<<http://citydev-portal.edinburgh.gov.uk/WAM/doc/BackGround%20Papers-579356.pdf;jsessionid=33C1F2995D9659B4C5508E7469B8F2D1?extension=.pdf&wmTransparency=0&id=579356&wmLocation=0&location=VOLUME1&contentType=application%2Fpdf&wmName=&pageCount=8>>. Acessado em jan, 2010.

ENVIRON UK. **Calton Gate – Daylight, sunlight and overshadowing (2007b)**. Disponível em:

<<http://citydev-portal.edinburgh.gov.uk/WAM/doc/Page-1;jsessionid=0AAE8F15A353FF5D5A890A0F52C65DE0?extension=.pdf&page=1&wmTransparency=0&id=579356&wmLocation=0&location=VOLUME1&contentType=application%2Fpdf&wmName=&pageCount=8>>. Acessado em jan, 2010.

ESA. **Environmental Statement - Kaiser Medical Center (2006)**. Disponível em: <www.oaklandnet.com/government/ceda/revised/planningzoning/majorProjectsSection/>. Acessado em jan, 2010.

ESA. **Gateway Community Draft EIR (2007)**. Disponível em: <http://www.oaklandnet.com/government/ceda/revised/planningzoning/majorProjectsSection/gateway_community.html>. Acessado em jan, 2010.

ESA. **Environmental Statement - Alta Medical Center (2009)**. Disponível em: <www.oaklandnet.com/government/ceda/revised/planningzoning/majorProjectsSection/>. Acessado em jan, 2010.

EPSILON ASSOCIATES. **Children Hospital – Supplemental materials – urban design (2009)**. Disponível em: <http://www.childrenshospital.org/about/Site1394/Documents/Supplemental_Materials_CH2_UrbanDesign.pdf>. Acessado em jan, 2010.

GIA. **Hannover Survey based analysis report – Daylight and Sunlight (2009)**. Disponível em: <<http://idocs.westminster.gov.uk:8080/WAM/doc/Background%20Papers-1630518.pdf;jsessionid=68774DF5D4F0DDDACAD4B80F7B56BDAD?extension=.pdf&wmName=&wmTransparency=0&location=VOLUME19&pageCount=32&contentType=application%2Fpdf&id=1630518&wmLocation=0>>. Acessado em jan, 2010.

GIA. **Wandsworth Riverside EIAM (2009)**. Disponível em: <<http://www.wandsworth.gov.uk/apply/doc/Additional%20Information-2030798.pdf;jsessionid=662C1B311124B7FA3AAA6EDBD607B2DD?extension=.pdf&wmTransparency=0&id=2030798&wmLocation=0&location=VOLUME8&contentType=application%2Fpdf&wmName=+&pageCount=1>>. Acessado em jan, 2010.

GIFFORD. **Pompey Stadium & Village – Environmental Statement (2004)**. Disponível em: <http://www.portsmouth.gov.uk/media/Pompey_Village_Env_Statement_Non-Tech.pdf>. Acessado em jan, 2010.

GLA. **Convoys Wharf Report (2005)**. Disponível em: <http://www2.lewisham.gov.uk/lbl/CouncilMeetings/Committees_post0502/StrategicPlanning/index.asp>. Acessado em jan, 2010.

G. L. HEARN. **Pompey Village - Environmental Statement: daylight and sunlight (2004)**. Disponível em: <<http://www.portsmouth.gov.uk/living/344.html>>. Acessado em jan, 2010.

GROUP CARDINAL HARDY + L'OEUF. **Étude d'impact sur l'ensoleillement - Les Bassins du Nouveau Havre (2008)**. Disponível em: <<http://www2.ville.montreal.qc.ca/ocpm/pdf/P34/3b.pdf>>. Acessado em: fev, 2009.

HCM. **Teville Gate – Environmental Statement (2004)**. Disponível em: <<http://www.worthing.gov.uk/worthingsservices/planningandbuildingcontrol/proposedl>

argedevolutions/tevillegate/environmentalstatement/pdf/50261,en.pdf>. Acessado em jan, 2010.

HEPHER DIXON. **Dalston Junction Environmental Statement (2005)**. Disponível em: <http://www.tfl.gov.uk/assets/downloads/ES_Vol_I_Main_Report.pdf>. Acessado em jan, 2010.

HEGGIES. **Frasers broadway site concept plan – Daylighting Report (2008)**. Disponível em: <<http://www.frasersbroadway.com.au/broadway/PDFs/Modified%20concept%20plan/Appendix%20J/Daylight%20Report.pdf>>. Acessado em jan, 2010.

HMM ASSOCIATES. **Boston Crossing Final Project and Environmental Impact Report (1989)**. Disponível em: <<http://ia311239.us.archive.org/1/items/bostoncrossingdr00camp/bostoncrossingdr00camp.pdf>>. Acessado em jan, 2010.

JASON ASSOCIATES. **Rowers Wharf Development - Final Environmental Impact Report (1992)**. Disponível em: <<http://ia311204.us.archive.org/3/items/roweswharfdevelo02rowe/roweswharfdevelo02rowe.pdf>>. Acessado em jan, 2010.

JM MODELLING. **CUB Project Environmental Assessment Report (2006)**. Disponível em: <<http://www.cubproject.com.au/EnvironmentalAssessment.html>>. Acessado em jan, 2010.

JONAS, Drivers. **Impact of the development on Daylight, sunlight and overshadowing - Stroke-on-Trent (2008)**. Disponível em: <http://www.planning.stoke.gov.uk/Documents/730_17.pdf>. Acessado em jan, 2010.

JWA. **Daylight impact - Proposed extension to 6 Aldridge Villas London W1 1BP (2008)**. Disponível em: <<http://idocs.westminster.gov.uk:8080/WAM/doc/Background%20Papers-1624714.pdf;jsessionid=2CB5FB4BC00925333F75207318D96BE4?extension=.pdf&wmName=&wmTransparency=0&location=VOLUME19&pageCount=1&contentType=application%2Fpdf&id=1624714&wmLocation=0>>. Acessado em jan, 2010.

KERIS. **Impact solaire du rehaussement de la toiture de l'appartement de Mme Conrad à Paris (2006)**. Disponível em: <<http://www2.ville.montreal.qc.ca/ocpm/pdf/P12/3g.pdf>>. Acessado em: fev, 2009.

KERIS. **Place Canclaux à Nantes Etude d'ensoleillement pour l'implantation d'un jardin d'enfants (2001)**. Disponível em: <www.keris-graphic.com/Files/cauclaux.pdf>. Acessado em: fev, 2009.

KERIS. **Impact solaire de l'extension de la maison de retraite Saint-Paul à Rezé (2007)**. Disponível em: <www.keris-graphic.com/Files/saint_paul.pdf>. Acessado em: fev, 2009.

KNIGHTSBRIDGE ASSOCIATION. **Imperial College Environmental Report (2009)**. Disponível em: <<http://idocs.westminster.gov.uk:8080/WAM/doc/Report-1655485.pdf;jsessionid=A816C0C202B55B1B79AFDC52FD7CEB22?extension=.pdf&wmName=&wmTransparency=0&location=VOLUME20&pageCount=17&contentType=application%2Fpdf&id=1655485&wmLocation=0>>. Acessado em jan, 2010.

LARSON. **One Lincoln Draft Project Impact Report (1989)**. Disponível em: <<http://ia301531.us.archive.org/2/items/onelincolnstreet00king/onelincolnstreet00king.pdf>>. Acessado em jan, 2010.

LCW CONSULTING. **Pine Street Mixed-Use Project Environmental setting and impacts (2008)**. Disponível em: <<http://www.sf-planning.org/index.aspx?page=1828>>. Acessado em jan, 2010.

LENNAR URBAN. **Environmental Setting, Impacts, and Mitigation Measures Section III - F Shadows (2009)**. Disponível em: <<http://www.sf-planning.org/Modules/ShowDocument.aspx?documentid=288>>. Acessado em jan, 2010.

MCANN. **Daylight and Sunlight Survey Report – Fore Street (2008)**. Disponível em: <<http://forms.enfield.gov.uk/swiftlg/MediaTemp/80113-59299>>. Acessado em jan, 2010.

METROPOLIS PD. **Drayton Garden Village - Daylight and Sunlight Impact (2009)**. Disponível em: <http://www.hillingdon.gov.uk/media/pdf/c/h/Daylight_Sunlight_-_background_information.pdf>. Acessado em jan, 2010.

NLP. **Columbus Tower – Daylight and Sunlight review (2009)**. Disponível em: <http://www.london.gov.uk/mayor/planning_decisions/docs/public-hearing/columbus-tower-daylight-sunlight-review.rtf>. Acessado em jan, 2010.

OVER ARUP & PARTNERS. **Rolling Stock Project - Sunlight and Daylight Comparative Diagrams and Cumulative Shadow Diagrams (2009)**. Disponível em: <<http://www.crawley.gov.uk/stellent/groups/public/documents/plappother/int170611.pdf>>. Acessado em jan, 2010.

PARKSIDE. **Draft Project Impact Report (1988)**. Disponível em: <<http://ia301535.us.archive.org/2/items/parksidesuppleme00trem/parksidesuppleme00trem.pdf>>. Acessado em jan, 2010.

RIGHT OF LIGHT CONSULTING . **Romsay Road - Revised Design and Access Statement (2007)**. Disponível em: <http://www.southampton.gov.uk/Images/DAS%20REVISED%20JUN%202008-RevA%20%28Part%201%29_tcm46-207169.pdf>. Acessado em jan, 2010.

RIGHT OF LIGHT CONSULTING. **Daylight and Sunlight Study – 1 & 2 Chapel Street, Stow-on-the-Wold (2009)**. Disponível em: <<http://www.idox.cotswold.gov.uk/WAM14/doc/Report->

253674.pdf?extension=.pdf&id=253674&appid=&location=volume1&contentType=application/pdf&pageCount=19>. Acessado em jan, 2010.

RPP. New Anderson high school, Lerwick, Shetland - Environmental report (2009).

Disponível

em: <http://www.shetland.gov.uk/capitalprogramme/newahs/documents/AndersonHighSchool_Non-TechnicalSummary.pdf>. Acessado em jan, 2010.

SASAKI ASSOCIATES. Boston Center Science Final Project Report (1989).

Disponível

em: <http://ia301521.us.archive.org/1/items/bostonsciencecen00cong/bostonsciencecen00cong_bw.pdf>. Acessado em jan, 2010.

SAVILLS. Daylight and Sunlight Survey Report - Roden Court, Hornsey Lane, Haringey, London N6 (2007). Disponível em:

<<http://www.planningservices.haringey.gov.uk/portal/Servlets/AttachmentShowServlet?ImageName=131884>>. Acessado em jan, 2010.

SAVILLS. Daylight/Sunlight Report – 50 Hallam Street (2008). Disponível em: <

<http://idocs.westminster.gov.uk:8080/WAM/doc/Background%20Papers-1551085.pdf;jsessionid=F3FC4DF4EA1FED094F6DC14CA7F8FCFE?extension=.pdf&wmName=&wmTransparency=0&location=VOLUME19&pageCount=33&contentType=application%2Fpdf&id=1551085&wmLocation=0>>. Acessado em jan, 2010.

SAVILLS. EIA Environmental Statement Old Seager (2008). Disponível em: <

http://acolnet.lewisham.gov.uk/ACOLLATEDOCS/26365_7.pdf>. Acessado em jan, 2010.

SECOND STREET ASSOCIATES. Distillery Report (2007). Disponível em:

<http://www.bostonredevelopmentauthority.org/DevelopmentProjects/PipeDocs/Distillery%20Project/Determinations/Distillery%20Project_Determination.pdf>. Acessado em jan, 2010.

S&P. The Bristol Stadium – Daylight assessment study (2006). Disponível em: <

<http://e2edocs.bristol-city.gov.uk/WAM/doc/Drawing147470.pdf?extension=.pdf&id=147470&appid=&location=VOLUME1&contentType=application/octet-stream&pageCount=1>>. Acessado em jan, 2010.

SOLUM. Epsom Railway Station – Sunlight and Daylight Assessment (2009).

Disponível em: <<http://www.epsom-ewell.gov.uk/NR/rdonlyres/434BAB1A-2445-47F9-8F83-3B0D053E1B3F/0/Pages1to17DaylightSunlightReport.pdf>>. Acessado em jan, 2010.

TELFORD HOMES. Creekside Village West Environmental Statement (2007).

Disponível em: <http://acolnet.lewisham.gov.uk/ACOLLATEDOCS/30748_1.pdf>. Acessado em jan, 2010.

TOTTENHAM COMPANY. Northumberland Development Project, Tottenham - Environmental Statement Volume 1 (2009). Disponível em: <<http://www.planningservices.haringey.gov.uk/portal/servlets/AttachmentShowServlet?ImageName=236038>>. Acessado em jan, 2010.

TURLEY ASSOCIATES. Putney Place Environmental Impact Assessment (2008). Disponível em: <<http://www.wandsworth.gov.uk/apply/doc/Report1859486.pdf;jsessionid=1ED43D096A7A34916536A7684CFA74FD?extension=.pdf&wmTransparency=0&id=1859486&wmo>> cation=0&location=VOLUME6&contentType=application%2Fpdf&wmName=+&pageCount=24>. Acessado em jan, 2010.

URBAN UK. Coin Street Community Builders Environmental Statement (2005). Disponível em: <http://www.coinstreet.org/door_street.aspx>. Acessado em jan, 2010.

URS CORPORATION. East India Dock Road Daylight, Sunlight and Overshadowing Final Report (2006). Disponível em: <<http://194.201.98.213/WAM/doc/Other-400735.pdf?extension=.pdf&id=400735&appid=&location=VOLUME4&contentType=application/pdf&pageCount=1>>. Acessado em jan, 2010.

URS CORPORATION LIMITED. East India Dock Road - Daylight, Sunlight and Overshadowing Final Report (2008). Disponível em: <<http://194.201.98.213/WAM/doc/Other-400735.pdf?extension=.pdf&id=400735&appid=&location=VOLUME4&contentType=application/pdf&pageCount=1>>. Acessado em jan, 2010.

URS CORPORATION. St Mary Axe 70 - Environmental Impact Assessment (2008). Disponível em: <<http://www.planning.cityoflondon.gov.uk:90/WAM/doc/Accompanying%20report125789.pdf;jsessionid=DE2E100EB2B908EC10F0D3431559FD92?extension=.pdf&wmTransparency=0&id=125789&wmLocation=0&location=livevolume1&contentType=&wmName=&pageCount=1>>. Acessado em jan, 2010.

WATERMAN ENVIRONMENTAL. Retail Core Expansion, Wolverhampton Environmental Statement: Non-Technical Summary (2005). Disponível em: <<http://www.wolverhampton.gov.uk/NR/ronlyres/9A3204A2-1399-4183-92423D376250FF9B/0/PlanningApplicationEnvironmentalStatementNonTechnicalSummary.pdf>>. Acessado em jan, 2010.

WARD. Gulson David Road Report (2005). Disponível em: <<http://cmis.coventry.gov.uk/CMISWebPublic/Binary.ashx?Document=1574>>. Acessado em jan, 2010.

WSP. Bath Western Riverside Environmental Impact Assessment Environmental Appraisal (2006). Disponível em: <<http://www.bathnes.gov.uk/NR/ronlyres/81CEA04B-4F57-4D2E-9B1F->

2A59D334661D/0/Appendix_B_BWR_SPD_EnvironmentalAppraisal.pdf>. Acessado em jan, 2010.