

ANÁLISE DO IMPACTO NA INCIDÊNCIA SOLAR PELOS SETORES ESTRUTURAIS NAS QUADRAS ADJACENTES EM CURITIBA - PARANÁ

Nicole Albizu Piaskowy (1); Eduardo Krüger (2)

(1) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, ni.piaskowy@gmail.com

(2) Pós Doutorado, Professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, ekruger@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento de Construção Civil, Campus Curitiba –
Sede Ecoville, Curitiba-PR, 81280-340, Tel.: (41) 3310-4725

RESUMO

O planejamento urbano de Curitiba tem como embasamento os setores estruturais, indutores do crescimento linear da cidade e de adensamento populacional, criados com o objetivo de reduzir a ampliação da infraestrutura urbana. Nesses setores, o adensamento foi pensado de forma vertical, com edificações altas que acabam por formar bloqueios da incidência solar a quadras adjacentes, acarretando redução dos níveis de conforto ambiental externa e internamente às edificações ali localizadas, principalmente no período de inverno. Este estudo objetiva analisar o impacto dos prédios altos localizados em três áreas distintas dos eixos estruturais sobre as edificações localizadas nas quadras adjacentes aos eixos. O estudo baseia-se no método computacional (Google SketchUp) e utiliza indicadores de incidência solar nas áreas analisadas. Apóia-se no conceito de envelope solar, sendo possível dimensionar o número ótimo de pavimentos dos edifícios localizados na via principal (Setor Estrutural) de forma que os mesmos não ofereçam sombreamento em seu entorno imediato em períodos do ano e faixas de horário específicos.

Palavras-chave: setores estruturais, planejamento urbano, acesso solar, envelope solar.

ABSTRACT

Curitiba's urban planning is based on the so called 'structural axes', which act as inducers to the city's linear growth and densification through vertical growth, with contained expansion of urban infrastructure. In such sectors, densification occurs through verticalization, with high-rise buildings blocking solar incidence in adjacent areas, thus generating negative effects on indoor and outdoor comfort levels, particularly during winter periods. This study is aimed at the impact of high rise buildings on solar access of adjacent areas in three different structural axes. The simulation-based study (Google SketchUp) employs solar access indicators in the evaluated sectors. By means of the solar envelope concept, it was possible to establish optimal building heights in the main artery (Structural Axis) without compromising solar access of adjacent areas for given seasons and time periods.

Keywords: structural axes, urban planning, solar access, solar envelope.

1. INTRODUÇÃO

Embora a construção de edifícios altos a partir de meados do século XIX possa ser vista como grande avanço do ponto de vista da engenharia civil (uso de materiais do ferro fundido e aço em combinação com panos de vidro e utilização de elevadores) (COSTA, 1994), ao final desse século começam a aparecer em New York os primeiros problemas advindos de edificações em altura. Uma questão crucial e insolúvel após a construção de torres em altura se refere ao bloqueio da luz solar no entorno imediato, ao diminuir-se o espaço visível do céu (FENSKE, 1988). Tal questão atinge maiores proporções quando o clima local demanda acesso ao sol em períodos mais frios ou chuvosos do ano.

A cidade de Curitiba, capital do estado do Paraná, apresenta temperaturas no inverno consideradas relativamente baixas, destacando-se ali a importância da incidência solar. Seu planejamento urbano, considerado exemplar no caso brasileiro, iniciou-se em 1943 através do Plano Agache, com um crescimento urbano originalmente previsto de forma radial. O Plano Agache definia áreas específicas na cidade para a habitação, serviços, indústrias, reestruturação viária bem como medidas de saneamento, sendo aprovada a partir desse plano a primeira Lei de Zoneamento de Curitiba, em 1953. Em 1964, teve início a rediscussão sobre o planejamento urbano e, a partir de 1970, surge o Plano Serete (IPPUC, 2014), um plano urbanístico de características lineares, o qual contribuiu para que a cidade chegasse a sua atual morfologia urbana.

O Plano Serete previa um sistema de vias com o intuito de incentivar e nortear o crescimento urbano de forma linear através dos Eixos Estruturais, nos quais torres de uso misto seriam construídas, em conjunto com o Sistema Trinário e a RIT – Rede Integrada de Transportes (DANNI-OLIVEIRA, 2000). As quadras adjacentes a estes eixos se distinguem em geral da morfologia dos Eixos Estruturais, com porte reduzido de altura, e compõem o chamado Sistema Trinário, no qual as alturas das edificações decrescem a medida que se afasta do Eixo Estrutural.

Como parâmetro urbanístico do município de Curitiba, o Setor Estrutural, que se refere à zona ao longo dos eixos de crescimento, é definido pelo Art. 16 da Lei 9.800 do Uso do Solo e leis complementares. Esta legislação de 2012 não define uma altura máxima para os edifícios, exceto em alguns trechos, nos quais a altura pode ter um máximo de 30 pavimentos, restrita pelo cone de aproximação da aeronáutica (TREMARIN, 2011). Sua altura pode ser limitada apenas através dos parâmetros urbanísticos da área como o coeficiente de aproveitamento e a taxa de ocupação do terreno. A lei 9.800 prevê conjuntamente uma distância mínima no afastamento predial – laterais e fundo do terreno – através da base de cálculo $H/6$, ou seja, a altura total do edifício dividida pelo valor 6 é igual ao afastamento necessário. Em alguns casos, o afastamento pode ser nulo, caso não haja aberturas para as divisas (SCHMID, 2001). Assim, o acesso ao sol na área circundante aos Eixos Estruturais, particularmente nas quadras situadas ao sul desses eixos, fica parcialmente comprometido, gerando-se desconforto térmico e um aumento na demanda de energia em sistemas de iluminação e climatização artificiais.

A verticalização dos prédios ao longo do eixo estrutural forma cânions urbanos – corredores de prédios altos em sequência – com impactos também em ambientes externos (no plano do pedestre). Tais cânions urbanos geram um impacto microclimático, ao formar ilhas de calor urbanas, e efeitos diversos como o aumento do ruído com acréscimo dos níveis sonoros em função da altura, perturbações na velocidade e direção dos ventos. Em edifícios localizados nos cânions, pode haver acesso limitado à luz natural e à área visível da abóbada celeste, especialmente nos andares mais próximos ao solo (SUGA, 2005, p. 93-118).

Pela aplicação do diagrama bioclimático de Givoni às condições climáticas de Curitiba, recomenda-se que a edificação possua fachadas orientadas ao sol e superfícies envidraçadas para a maior absorção solar, bem como recuos e afastamentos definidos para proporcionar sol no período do inverno. Sugere-se também o uso de aquecimento artificial, preferencialmente combinado com o aquecimento solar de modo a evitar o consumo excessivo de energia elétrica (GOULART; LAMBERTS; FIRMINO, 1998, p. 78). Sendo assim, é primordial e necessária a incidência solar em Curitiba, principalmente no período de inverno.

O acesso ao sol ou os períodos de tempo com acesso direto ao sol em uma edificação podem ser previstos pelas cartas solares e controlados através de soluções construtivas e seleção de materiais nos projetos arquitetônicos. Entretanto, como citado por Lechner (1990): “nada é tão certo e consistente como o movimento do sol através do céu. O que não é certo é se a futura construção em propriedade vizinha obstruirá o sol”. Quando uma edificação está inserida em um contexto urbano de expansão vertical, ela pode sofrer o sombreamento de novos edifícios e alterações no regime de ventos, alterando o seu microclima local (CAPELUTO, YEZIORO E SHAVIV, 2003).

Na década de 1980, foi criada a metodologia do envelope solar pelos arquitetos Ralph Knowles e Richard D. Berry, uma representação geométrica para o controle da quantidade de luz solar, através dela é possível evitar que gere um sombreamento indesejado pelo entorno durante determinado período do dia. De acordo com Knowles e Berry (1980), o envelope solar seria “o maior volume que uma edificação pode

ocupar no terreno de forma a permitir o acesso ao sol e luz natural da vizinhança imediata”. O envelope solar gera um volume imaginário no terreno de interesse para que não gere sombras sobre os terrenos em seu entorno, leva em consideração o contexto urbano, latitude local, época do ano e sua inclinação solar, quantidade de horas que se deseja ter o acesso solar, assim como a quantidade de sombra permitida nas ruas, dimensão do terreno e edifícios adjacentes (PÉREZ, FÁVERO, 2007). O conceito de envelope solar se aplica desta forma aos objetivos da arquitetura bioclimática, particularmente a localidades para as quais há a necessidade de obtenção de luz solar direta em períodos frios do ano.

2. OBJETIVO

O objetivo deste estudo é analisar o impacto dos prédios altos localizados nos Eixos Estruturais de Curitiba, em três áreas distintas, sobre as edificações localizadas nas quadras adjacentes a esses eixos.

3. MÉTODO

Foram analisados os parâmetros de uso e ocupação do solo para três áreas de condições de adensamento distintas:

- consolidada, com edifícios existentes, onde a probabilidade de inserção de novos edifícios é baixa;
- em construção, onde atualmente não há edifícios altos, mas com as obras já iniciadas;
- consolidada, onde porém os parâmetros para a construção de prédios foram pré-estabelecidos com afastamento mínimo entre edificações.

Para cada uma das condições de adensamento, foram considerados os volumes existentes, alturas e distâncias observados in loco para a realização de uma maquete 3D através do programa computacional SketchUp 8.0. Através deste programa, foi feita a simulação do sombreamento nas quadras adjacentes durante o solstício de inverno, 21 de julho no Hemisfério Sul. O mapeamento foi realizado através de imagens aéreas do Google Maps. Para a medição das alturas, foi realizado um levantamento visual pelo número de pavimentos, considerando que cada um deles possui altura média de 3 metros, sendo adicionados 3 metros a mais na altura total, na tentativa de minimizar possíveis erros de estimativa. Para o limite das quadras, foi utilizada a base de arruamento do IPPUC de 2013. As quantidades de sombreamento em porcentagem das áreas foram confrontadas para obtenção de um comparativo entre as três situações de urbanização e orientação solar para verificar qual das situações urbanísticas possui um sombreamento menor. Por fim, foi feita a análise com o uso do envelope solar para confrontar a altura das edificações existentes, caso esse método fosse utilizado no município de Curitiba.

3.1. Área de estudo I – Bairro do Batel e Água Verde

As quadras entre as ruas Castro Alves e República Argentina, Avenida Sete de Setembro e Avenida Iguazu na altura da Praça do Japão, bairro do Batel, foram consideradas como área de verticalização consolidada por sua grande densidade populacional e alta verticalização, na qual poucos terrenos ainda podem ser edificados com volumes altos. Estas quadras, tanto as analisadas - em roxo - quanto as impactadas - em amarelo - (Figura 1), estão localizadas dentro da zona SE – Setor Especial Estrutural, portanto possuem como característica edifícios altos sombreando outros. A área total da quadra impactada é aproximadamente 17.531,22 m², de acordo com o mapa de arruamento do IPPUC de 2013.

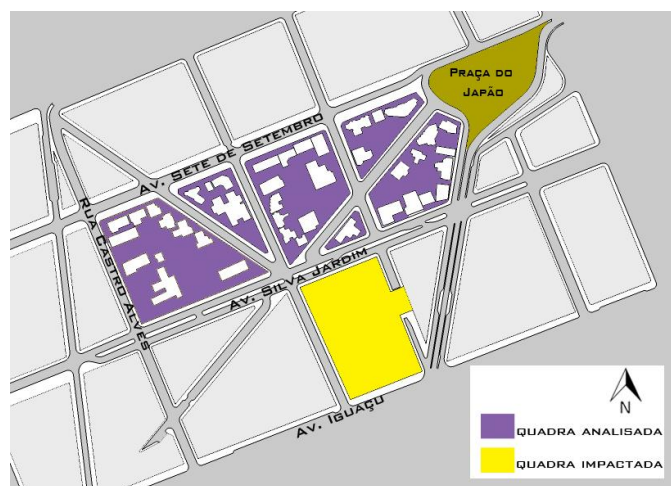


Figura 1 – Área I – Implantação esquemática nos bairros Batel e Água Verde. Quadras analisadas em roxo e a impactada em amarelo.

3.2. Área de estudo II – Bairro Alto da Glória e Juvevê

As quadras entre as ruas Mauá e Alberto Bolliger, Avenida João Gualberto e rua Dr. Zamenhof com continuidade da rua Machado de Assis, nas proximidades do campo do estádio Major Antônio Couto Pereira, foram consideradas como parte de uma área em construção localizada na divisa dos bairros Alto da Glória e Juvevê. Atualmente, existem alguns prédios entre as ruas Mauá e a Augusto Severo e as ruas Constantino Marochi e Alberto Bolliger; a quadra entre as ruas Augusto Severo e Constantino Marochi possui usos comerciais e residenciais de no máximo 2 pavimentos. Pela especulação imobiliária e devido ao fato do local ser de alto potencial construtivo, a quadra, com exceção de um lote pertencente a uma fábrica de bolachas, foi comprada por uma construtora para um novo empreendimento comercial e hoteleiro. Nesta área, foi analisado o impacto das edificações existentes com o novo empreendimento previsto para ser entregue em março de 2016 (Figura 2). A área total da quadra impactada é de aproximadamente 5.959,82 m², de acordo com o mapa de arrumamento do IPPUC de 2013.



Figura 2 – Área II – Implantação esquemática nos bairros Alto da Glória e Juvevê. Quadras analisadas em roxo e a impactada em amarelo.

3.3. Área de estudo III – Bairro Mossunguê

As quadras entre as ruas Luíza Mazetto Baggio e Franciso Lipka, Deputado Heitor Alencar Furtado e rua Monsenhor Ivo Zanlorenzi, localizadas no bairro do Mossunguê, foram consideradas como sendo parte de uma área consolidada com espaçamento entre as edificações. Tal área se localiza na zona do Setor Especial Nova Curitiba, na qual o afastamento lateral é facultado para até dois pavimentos e, acima de dois, deve responder ao cálculo de $H/6$, sendo o H a altura total da edificação. Neste zoneamento, foi executado o plano original para os setores especiais, torres isoladas em meio a jardins. Houve a dificuldade de escolha da área nesta região devido à topografia do terreno, que, para fins do presente estudo, deveria ser o mais plana possível para atenuar erros nas alturas e pela grande dimensão das quadras impactadas. Na área maior, torna-

se viável a análise da quadra entre as ruas Monsenhor Ivo Zanlorenzi e Francisco Juglair (Figura 3). A área total da quadra impactada é de aproximadamente 12.740,88 m², de acordo com o mapa de arruamento do IPPUC de 2013.

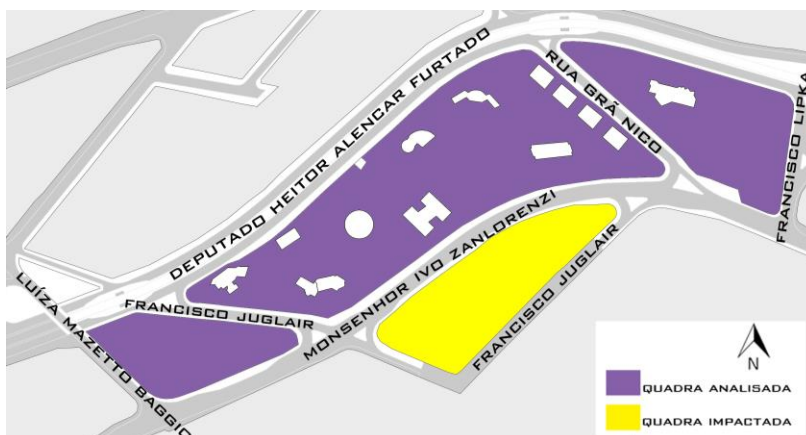


Figura 3 – Área III– Implantação esquemática no Bairro Mossunguê. Quadras analisadas em roxo e a impactada em amarelo.

3.4. Análise dos sombreamentos

Para compreender de forma quantitativa o percentual de insolação sobre a quadra relativamente à área total projetada, foi montada a Tabela 1 com imagens representando a faixa de horário 8:00-17:00hs.

3.5. Aplicação do Envelope Solar

Com a aplicação da metodologia do envelope solar é possível quantificar o número de pavimentos em uma edificação, de modo que não haja sombreamento na quadra adjacente. Como parâmetro, foi selecionado apenas o horário do meio dia do dia 21 de junho (solstício de inverno). A comparação foi feita entre o sombreamento atual e como seria se o planejamento urbano adotasse o envelope solar com o objetivo, neste caso, de aumentar a incidência solar na quadra impactada. A latitude de Curitiba é 25,5° Sul aproximadamente, havendo um diferença de 2° graus para o Trópico de Capricórnio, onde o sol incide ao meio dia do solstício de verão da posição zenital. Considerando a diferença de latitude pra o trópico, a altura solar máxima em Curitiba no verão é de 88°. Durante o solstício de inverno, entretanto, a altura solar ao meio dia equivale a 41° em Curitiba Sendo assim, foi medida a distância entre a quadra impactada e o edifício impactante para calcular a tangente do ângulo de 41° (Figura 4).

O triângulo é posicionado a partir da altura do muro, considerada de 2 metros. Para cálculo das alturas utilizou-se a seguinte fórmula: $\text{tg } 41^\circ \times \text{distância} = (y+2)/3$. No qual o valor da tangente de 41° equivale a 0,8692. O y é resultante da multiplicação da tangente com a distância somada a 2m (equivalente a altura do muro – altura média prevista pela legislação de Curitiba). Por final, dividindo-se por 3m, altura padrão adotada por pavimento, determina-se a quantidade máxima de pavimentos.

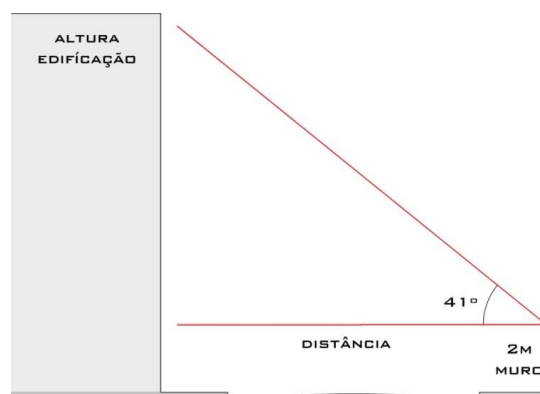
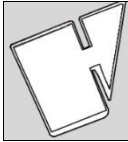
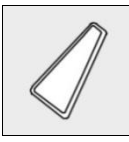

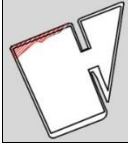
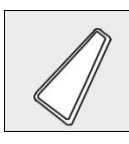
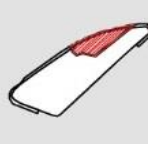
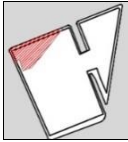
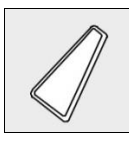
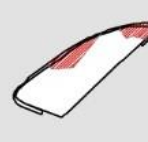
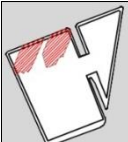
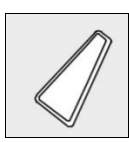
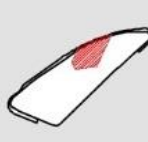
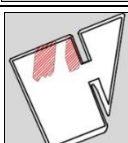
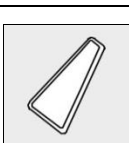
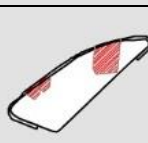
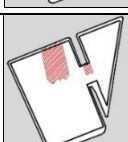

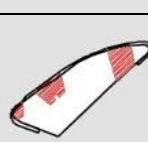
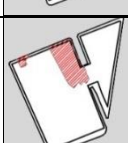
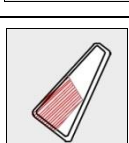

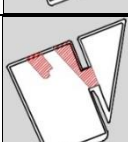

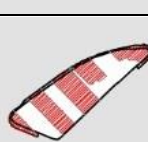
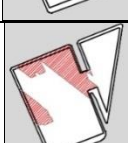
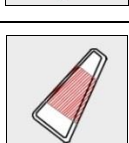

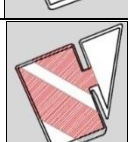
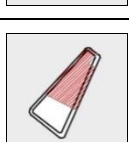



Figura 4 – Esquema Envelope Solar

Tabela 1– Comparativo da porcentagem sombreada por horários das três áreas distintas.

Hora	Área I		Área II		Área III	
	Projeção da sombra	% de sombra	Projeção da sombra	% de sombra	Projeção da sombra	% de sombra
8:00		Não há sombra		Não há sombra		Não há sombra
9:00		6,35%		Não há sombra		14,37%
10:00		13,47%		Não há sombra		18,33%
11:00		17,70%		Não há sombra		12,47%
12:00		15,07%		Não há sombra		17,82%
13:00		12,43%		9,70%		23,27%
14:00		16,04%		42,96%		30%
15:00		14,48%		61,58%		52,80%
16:00		30,73%		52,18%		61,82%
17:00		72,46%		55,35%		71,03%

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Para o horário de meio dia do dia 21 de junho (solstício de inverno), houve a anulação das sombras nas áreas I e III. Na área II, onde não havia bloqueio este horário, foi possível constatar que, pela diminuição de 21m

de sombra com a aplicação do envelope solar, a quadra impactada obteve uma parcela extra de sol. A Tabela 2 apresenta separadamente as áreas, com a porcentagem atual sombreada da quadra sem o uso do envelope solar e com a porcentagem sombreada caso esta metodologia fosse empregada no planejamento urbano.

Tabela 2– Comparativo de sombreamento das áreas sem e com o uso do envelope solar no planejamento urbano.

Hora	ÁREA I		ÁREA II		ÁREA III	
	Sem Envelope Solar	Com Envelope Solar	Sem Envelope Solar	Com Envelope Solar	Sem Envelope Solar	Com Envelope Solar
8:00	-	-	-	-	-	-
9:00	6%	2%	-	-	14%	13%
10:00	13%	-	-	-	18%	6%
11:00	17%	-	-	-	12%	-
12:00	15%	-	-	-	18%	-
13:00	12%	-	9%	-	23%	1%
14:00	16%	4%	42%	14%	30%	7%
15:00	14%	8%	61%	48%	53%	32%
16:00	30%	30%	52%	52%	62%	54%
17:00	72%	72%	55%	55%	71%	66%
<i>Redução média de percentual de área sombreada</i>	-	41%	-	23%	-	41%

Portanto, para a obtenção destes resultados bem como possibilitar um maior acesso solar das quadras adjacentes escolhidas, as alturas das edificações precisariam ser restritas para cada área analisada. Para os bairros Batel e Água Verde, mesmo sendo estas áreas de verticalização consolidada, apenas três edificações existentes precisariam ter sua altura reduzida. Como exemplo do procedimento, a Figura 5 mostra a alocação das alturas advindas da situação original versus situação com a aplicação do conceito de envelope solar para a Área I – Tabela 03. As tabelas seguintes mostram os resultados obtidos em termos de altura e número de pavimentos para as demais áreas.

Tabela 3– Comparativo de número de pavimentos da área I sem e com a aplicação do envelope solar.

Identificação do Edifício	Pavimentos Sem Envelope Solar	Altura Sem Envelope Solar	Pavimentos Com Envelope Solar	Altura Com Envelope Solar
17	21 pavimentos	63 m	15 pavimentos	45 m
31	24 pavimentos	72 m	8 pavimentos	24 m
32	26 pavimentos	78 m	10 pavimentos	30 m



Figura 5 – Alocação das edificações.

As áreas dos bairros Alto da Glória e Juvevê e Mossunguê possuem uma maior quantidade de edificações que precisariam ter uma menor altura – Tabela 4. Esta diferença numérica se dá devido à orientação solar das áreas e às distâncias entre as edificações altas do Setor Estrutural e as quadras analisadas. Na área I, as edificações mais altas estão voltadas ao norte das quadras, influenciando assim em menor escala.

Tabela 4– Comparativo de número de pavimentos das áreas II e III sem e com a aplicação do envelope solar.

Alto da Glória / Juvevê				
Edifício	Pavimentos sem envelope solar	Altura sem envelope solar	Pavimentos com envelope solar	Altura com envelope solar
03	18 pavimentos	54 m	17 pavimentos	51 m
04	18 pavimentos	54 m	14 pavimentos	42 m
05	19 pavimentos	57 m	10 pavimentos	30 m
06	17 pavimentos	51 m	16 pavimentos	48 m
08	23 pavimentos	69 m	16 pavimentos	48 m
Mossunguê				
03	18 pavimentos	54 m	13 pavimentos	39 m
04	24 pavimentos	72 m	17 pavimentos	51 m
05	18 pavimentos	54 m	9 pavimentos	27 m
12	25 pavimentos	75 m	12 pavimentos	36 m

Por fim, foi possível calcular o total do sombreamento nas quadras durante o dia, considerando que o total de sombras hoje é de 100%, em todas as áreas haveria um decréscimo de sombreamento de pelo menos 23% no período analisado. Para a área I, identificada como uma área consolidada, o decréscimo em percentual de área sombreada foi de 41%. Entretanto, mesmo para a área III considerada uma área com um espaçamento entre edificações previsto no zoneamento, o envelope solar apresenta a mesma redução de 41%.

comprovando que o conceito desta metodologia é válido e aplicável inclusive para as áreas que já possuem afastamento considerado bastante para o acesso solar.

5. CONCLUSÕES

Foi constatado que o alto adensamento induzido pelo planejamento urbano acaba ocasionando uma perda na qualidade ambiental urbana, com presença de sombras durante o período frio do ano nas quadras adjacentes aos eixos estruturais.

Através da metodologia do envelope solar, é possível afirmar que há um aumento na quantidade de horas de incidência solar sobre as quadras adjacentes ao eixo estrutural. Tal conceito poderia ser considerado como pré-requisito para o planejamento urbano climaticamente orientado. Para os eixos estruturais de Curitiba, o Sistema Trinário poderia ser revisto, sendo que as edificações com frente do lote à via central poderiam ter uma quantidade de pavimentos maior mas com limitações de altura, enquanto os lotes com a testada para as vias laterais, bairro-centro e centro-bairro deveriam possuir uma atenção maior em relação às alturas em decorrência da proximidade às quadras adjacentes, aplicando-se o envelope solar sem exceções. Como comprovado através do envelope solar, o acesso solar às quadras adjacentes possui um aumento inclusive em áreas planejadas com afastamento entre as edificações, como no caso da área III. É importante destacar que, para os cálculos com o envelope solar, objetivou-se minimizar o impacto do sombreamento apenas nas quadras analisadas, sendo necessária uma aplicação mais abrangente dessa ferramenta no plano diretor, na qual levar-se-ia em conta todas as quadras adjacentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAPELUTO, Isaac; YEZIORO, Abraham.; SHAVIV, Edna. Climatic aspects in urban design – a case study. In: Building and Environment. Elsevier. V.38. 2003.
- COSTA, Cacilda T. O sonho e a técnica: a arquitetura de ferro no Brasil. São Paulo: EdUSP, 1994
- FENSKE, Gail. The “Skyscraper Problem” and the City Beautiful: The Woolworth Building. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, 1988. [Tese / Dissertação]. Disponível em <<http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/14037>> Acesso em: 20/02/2014
- GOULART, Solange; LAMBERTS, Roberto; FIRMINO, Samanta. Dados climáticos para o projeto e avaliação energética de edificações para 14 cidades brasileiras. 2.ed. Florianópolis: Núcleo de Pesquisa em Construção/ufsc, 1998. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/livros/dados_climaticos_para_projetos_e_avaliacao_energetica_de_edificacoes_para_14_cidades_brasileiras.pdf> Acesso em: 01/03/2014
- IPPUC - INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. História do planejamento de Curitiba. Disponível em: <<http://www.ippuc.org.br/default.php>>. Acesso em 17/01/2014
- _____. Análise, diagnóstico e diretrizes do Plano Municipal de Desenvolvimento Urbano – PMDU. Curitiba, 1985.
- KNOWLES, Ralph; BERRY, Richard. Solar envelope concepts: moderate density building applications. Golden, Colorado, Solar Energy Research Institute.1980.
- SCHMID, Aloísio. Daylighting and insolation in high density urban zones: how simulation supported a new law in Curitiba. In: BUILDING SIMULATION, 7. ,2001, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.ibpsa.org/proceedings/BS2001/BS01_1093_1100.pdf> Acesso em:10/03/2014
- SUGA, Mauro. Avaliação do potencial de aproveitamento de luz natural em cânions urbanos: Estudo realizado nos eixos estruturais de Curitiba. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – Programa de Pós Graduação em Tecnologia, 2005, 213. [Tese / Dissertação]. Disponível em: <http://files.dirppg.ct.utfpr.edu.br/ppgte/dissertacoes/2005/ppgte_dissertacao_177_2005.pdf> Acesso em: 12 nov. 2013
- TREMARIN, A. R. Análise do processo de ocupação e verticalização dos setores estruturais Norte e Sul de Curitiba. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2001. 181 [Tese/Dissertação].