

OBTENÇÃO DE ACESSO SOLAR EM UNIDADES HABITACIONAIS UNIFAMILIARES NA ZONA RESIDENCIAL DOIS (ZR-2) DE CURITIBA

Cintia Tamura (1); Eduardo L. Krüger (2)

(1)Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – PPGTE-UTFPR, Av. Sete de Setembro, 3165 CEP. 80230-901 Curitiba PR, cintiatamura@gmail.com

(2)Professor Doutor, PPGTE-UTFPR, ekruger@utfpr.edu.br

RESUMO

Edificações construídas conforme os parâmetros permitidos pela legislação de uso do solo nem sempre garantem bons resultados em relação ao acesso solar. Obras com limites em divisas de terrenos, super utilização dos limites de ocupação e de altura legalmente permitidos no município de Curitiba para edificações em zonas residenciais comumente bloqueiam o acesso solar no interior das edificações, causando freqüentemente sombreamento, aumento da umidade e frio no período de inverno, condições agravadas pela tendência atual de adensamento e verticalização urbanos. Considerando que Curitiba é a capital mais fria do Brasil, este fato torna-se preocupante sob a análise do conforto ambiental destes edifícios. O trabalho visa contribuir para a melhoria do conforto ambiental em construções residenciais de Curitiba, a partir da elaboração de modelos para verificação da eficácia da legislação vigente, e a proposição de parâmetros obtidos através do conceito de envelope solar que propiciem o ganho efetivo de insolação e luz natural. Para isto, foram realizadas simulações de ocupação de acordo com o permitido por lei no município com os programas Google SketchUp 7.0.657 Pro, AutoCAD 2007 e através de maquete física no equipamento Heliodon. A proximidade dos resultados permitiu admitir a confiabilidade do método. Os dados obtidos com a simulação de ocupação permitida por lei foram comparados com os obtidos através da simulação desta mesma ocupação com o uso do envelope solar para dimensionamento dos limites máximos construtivos, que demonstrou um acréscimo significativo no ganho de insolação no interior da edificação.

Palavras-chave: Uso e ocupação do solo, insolação, iluminação natural, simulação, envelope solar.

ABSTRACT

Buildings constructed according to the parameters allowed by the law of soil use and occupation do not always yield satisfactory results with regard to solar access. Buildings erected on the plot limits, overuse of the limits of height and occupancy legally permitted in the city of Curitiba for buildings in residential areas commonly block solar access within the buildings, often causing shading, increased humidity and cold in winter conditions, together with the current trend of urban densification and verticalization. Considering that Curitiba is the coldest capital of Brazil, this fact becomes alarming with regard to indoor comfort analyses in such buildings. The paper aims to contribute for the improvement of environmental comfort in residential buildings in Curitiba, presenting models to check the effectiveness of the current legislation in providing solar gains and daylight, next to the use of the solar envelope concept. For this, simulations were carried out regarding maximum plot occupation permitted by law with Google SketchUp 7.0.657 Pro, AutoCAD 2007 and by means of a physical model in the Heliodon device. The similarity of the results confirmed the reliability of the method. The data obtained from the simulation of maximum occupancy were compared to those obtained considering the use of the solar envelope concept, the latter showing a significant increase in daylight inside the building.

Keywords: Soil use and occupation, insolation, daylight, simulation, solar envelope.

1. INTRODUÇÃO

A utilização dos benefícios da insolação e luz natural, e a garantia da obtenção de seus índices mínimos nas edificações é uma preocupação que remonta à origem das cidades. Esta preocupação ganha caráter científico a partir da primeira metade do século XX, e têm o interesse renovado com a crise do petróleo ocorrida nos anos 70 de século XX, forçando o ser humano a buscar novas soluções energéticas (LAMBERTS et al., 1997). Na arquitetura, uma das alternativas encontradas foi a retomada das práticas vernaculares, surgindo a partir daí o conceito de arquitetura bioclimática. Esta propõe a modificação dos volumes e das fachadas dos edifícios com a finalidade de controlar de forma eficiente os fluxos energéticos que agem sobre a construção. Isto se faz de forma passiva, ou seja, dispensando sistemas mecânicos ou similares que consomem energia, maximizando assim as relações energéticas entre a edificação e o meio ambiente.

Contraditoriamente e de forma dialética, o chamado Estilo Internacional, originado como um sub-movimento do modernismo, plantou no imaginário humano a imagem de gigantescas torres de aço, concreto e vidro como os arquétipos de um urbanismo pontuado pela sofisticação dos artefatos tecnológicos e que poderia ser reproduzido em qualquer lugar do planeta. Esta concentração e padronização das construções, particularmente nos centros urbanos, transformou os edifícios em espaços sem relação com a escala humana, isolados do exterior e desligados de seu contexto local. Em raciocínio similar à lógica de produção industrial em massa, as construções são encaradas como verdadeiras “máquinas de morar”, um produto produzido e reproduzido em larga escala, nas mais diversas condições. Seus elementos esvaziados de significados éticos e regionais evidenciam sua incapacidade de proporcionar níveis satisfatórios de usabilidade e de conforto para seus usuários, gerando “uma infinidade de construções impertinentes, sob todos os pontos de vista” (PRADO, 2006).

Como consequência, o que se observa repetidamente são construções que, apesar de cumprirem as determinações da legislação de uso e ocupação do solo da cidade, apresentam clara inadequação às condições mínimas de conforto ambiental. Mais ainda, as construções são pensadas e projetadas individualmente, supondo terreno isolado do entorno, resultando em obras que causam impactos às residências vizinhas já implantadas, que sofrerão de bloqueio ao Sol, retenção de umidade, dificuldade de ventilação, entre outros aspectos. Vários fatores contribuem para esta situação, entre estes a aplicação das determinações legais para recuos e alturas no limite permitido, o fato destas determinações não serem relacionadas à orientação solar dos lotes, e mesmo o fato da própria legislação não possuir recomendações precisas para valores mínimos diários de acesso solar.

2. OBJETIVO

O presente artigo tem por objetivo verificar a eficácia dos parâmetros de ocupação permitidos no município de Curitiba em permitir o acesso solar às habitações unifamiliares localizadas na Zona Residencial Dois (ZR-2) a partir de comparações com os resultados obtidos com simulações nos programas Sketchup e AutoCAD e com simulações físicas no Heliodon; e propor a partir do conceito de envelope solar um modelo de ocupação provimento da insolação mínima diária.

3. MÉTODO

O trabalho avalia as relações entre os padrões construtivos permitidos por lei e sua aplicabilidade na garantia ao acesso solar em residências unifamiliares da ZR – 2 de Curitiba. Para isto, foram realizadas as seguintes etapas: 1) levantamento preliminar da legislação da cidade, no que se refere à ocupação das zonas residenciais; 2) a partir da análise destes dados, realização de simulações com modelos físicos e processos analíticos com auxílio de softwares específicos para a ocupação permitida por lei e para a obtida com o envelope solar, a fim de se verificar a confiabilidade do método; 3) com a obtenção dos valores numéricos, procedeu-se à análise do ganho de acesso solar em cada situação.

3.1. Ocupação do solo permitido pela legislação para as áreas residenciais no município de Curitiba

Curitiba, capital do estado do Paraná, com altitude média de 910 metros, latitude 25°31' sul e longitude 49°11' oeste, é a capital mais fria do Brasil, apresentando desconforto provocado pelo frio em 73,1% das horas do ano. Para a garantia do conforto térmico torna-se necessário o máximo aproveitamento do calor do sol, juntamente com a utilização de estratégias bioclimáticas, e mesmo nesta situação, ainda haverá a necessidade de aquecimento artificial em 11,7% das horas do ano (LAMBERTS et al., 1997). Justifica-se assim a necessidade de prover o acesso solar em edificações no município, tanto para a utilização de formas passivas de iluminação quanto de aquecimento.

O trabalho está focado na ZR-2, escolhida por sua representatividade em relação à área total destinada às Zonas Residenciais no solo do município de Curitiba. Conforme se observa na Tabela 1, a ZR – 2, das zonas residenciais de Curitiba, é a que apresenta a maior área; possui 87,66 km², representando 45,46% do total de aproximadamente 215,63 km² que o município destinou para este uso. A Tabela 1 enumera em fração a representatividade de cada ZR no solo de Curitiba, em relação à metragem total destinada a uso residencial, e a Figura 1 mostra a distribuição da ZR-2 no perímetro do município.

Da lei Nº 9.800 de 03 de janeiro de 2000, vigente em Curitiba, que dispõe sobre o zoneamento e o uso e ocupação do solo do município, (PMC, 2000) foram levantados os parâmetros permitidos de ocupação para a ZR-2, conforme a Tabela 2.

Tabela 1 – Representativo em percentual de cada ZR do município de Curitiba no total da área destinada às Zonas Residenciais (IPPUC, 2006)

Sigla	Descrição	Extensão (km ²)	%
ZR - 2	Zona Residencial Dois	87,66	40,65
ZR - 3	Zona Residencial Três	48,43	22,46
ZR - 4	Zona Residencial Quatro	22,80	10,57
ZR - OC	Zona Residencial de Ocupação Controlada	22,35	10,37
ZR - 1	Zona Residencial Um	11,27	5,23
ZR - SF	Zona Residencial Santa Felicidade	10,50	4,87
ZR - P	Zona Residencial Passaúna	6,14	2,85
ZR - U	Zona Residencial Umbará	5,41	2,51
ZR - B	Zona Residencial Batel	0,86	0,40
ZR - M	Zona Residencial Mercês	0,12	0,06
ZR - AG	Zona Residencial Alto da Glória	0,08	0,04
Total		215,63	100,00

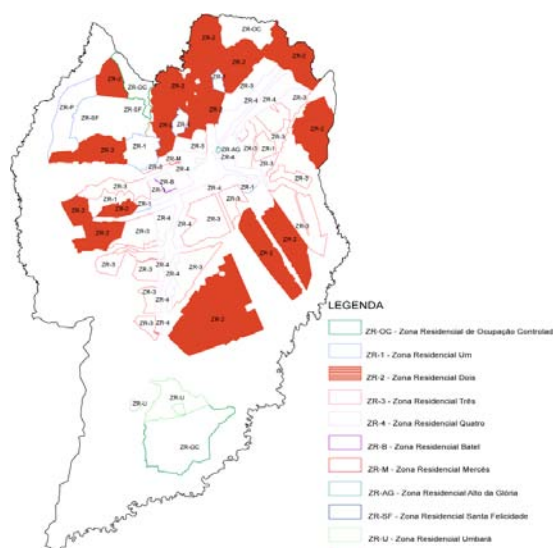


Figura 1 – Distribuição da Zona Residencial Dois (ZR-2) no perímetro de Curitiba (IPPUC, 2006)

Conforme a Tabela 2, os itens a serem respeitados na edificação de habitações na ZR-2. Nesta zona, o uso para habitação unifamiliar é permitido, ou seja, é uma atividade considerada pela lei de uso e ocupação do solo como claramente compatível com suas finalidades urbanísticas. O coeficiente de aproveitamento é 1; este número, multiplicado pela área do terreno, define a área máxima computável admitida para o terreno. A taxa de ocupação é de 50%, o que indica o percentual expresso pela relação entre a projeção da edificação sobre o plano horizontal e a área do lote ou terreno onde se pretende edificar. A altura máxima da edificação em pavimentos é 2, sendo que o máximo de altura permitido são 10 metros. O recuo da construção em relação ao alinhamento predial deve ter no mínimo 5 metros. A taxa de permeabilidade, que é o percentual da área do lote que deve permanecer sem impermeabilização, é de 25%. O afastamento das divisas é facultado no caso de paredes alinhadas à divisa do terreno que não contenham aberturas. Para paredes com aberturas, o

Tabela 2 – Parâmetros de Uso e Ocupação do Solo para a Zona Residencial Dois do Município de Curitiba (PMC, 2000 - anexos)

Uso para Habitação Familiar Permitido	Sim
Coeficiente de Aproveitamento	1
Taxa de Ocupação (%)	50
Altura máxima da edificação (Pavimentos)	2
Recuo mínimo do alinhamento predial (m)	5
Taxa de permeabilidade mínima (%)	25
Afastamento das divisas (m) para paredes com abertura	1,50
Dimensão do lote [Testada (m) x Área (m ²)]	12 x 360

mínimo recomendado é 1,50m. A dimensão do lote mínimo é de 12 m de testada, com área total do terreno de 360m².

A partir destes parâmetros, foi projetada uma simulação de ocupação para dois lotes adjacentes na ZR-2, conforme mostrado na Figura 2. A construção à esquerda para o observador que está de frente para os lotes utiliza o máximo potencial permitido pela legislação, encostando o limite da edificação na divisa do lote, pois não possui abertura nesta face. O lote à direita possui um recuo de 1,50m, pois a abertura que será analisada no trabalho encontra-se nesta lateral. A orientação da divisa é norte, conforme indicado na Figura 2.

Para a obtenção do acesso solar, utilizou-se o conceito do envelope solar. Através deste método, aplica-se os ângulos de altura solar relativos às *horas de corte* (período em horas em que se deseja a insolação, para aquela época do ano) nas divisas do lote, determinando-se o volume do envelope solar pelo cruzamento diagonal destes ângulos sobre o terreno (KNOWLES, 2003). Desta forma, variáveis como posição geográfica, orientação solar e horários definidos são utilizados de forma conjunta especificamente para cada lote, evitando-se generalizações. As horas de corte consideradas para o estudo foram das 10:00 às 14:00 horas no solstício de inverno, conforme sugeridas pela *L.A. Community Redevelopment Agency - CRA* (GRAZZIOTIN, 2003). É importante observar que esta implantação com o envelope permanece respeitando os limites máximos exigidos na lei; o que a diferencia desta é a altura e o volume, que são mais restritivos.

Para a abertura, foram adotadas três relações WWR (*window to wall ratio*): 25%, 50% e 75%. Esta relação é calculada pela razão entre a área da janela e a área total do vão (excluindo-se os caixilhos) e a área total da parede (comprimento x pé-direito) (MARCHI, 2007). A Figura 3 indica as dimensões para cada fator WWR. Com a ocupação e os parâmetros definidos, realizou-se simulações nos programas específicos e com a maquete física no Heliodon.

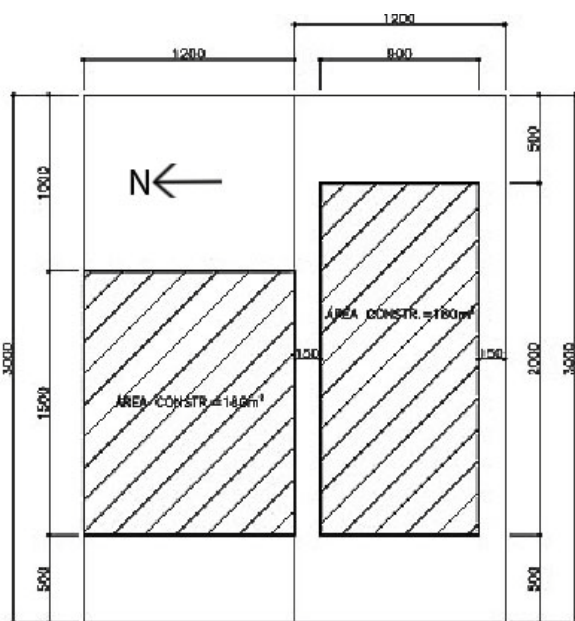


Figura 2 - Planta de simulação de ocupação em lotes da ZR-2.

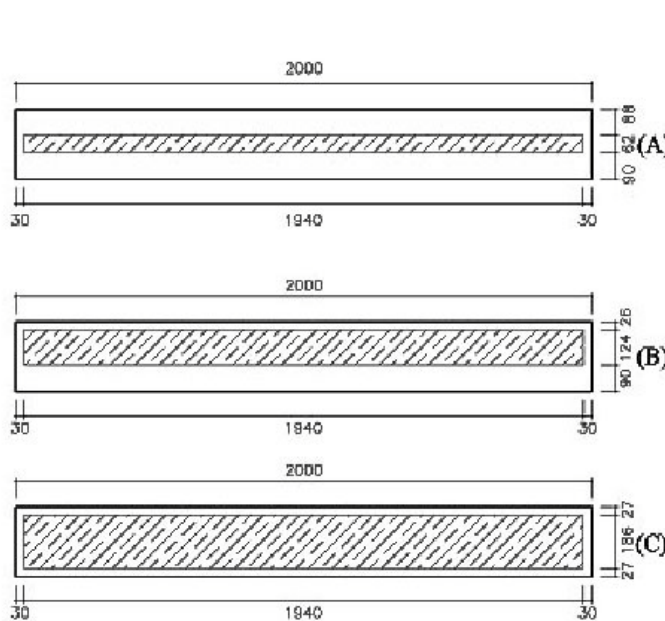


Figura 3 - Dimensões para aberturas em cm. (A) WWR= 25%; (B) WWR=50%; (C) WWR = 75%.

As simulações para as alturas solares e projeções de sombras ao longo do dia no interior da edificação foram realizadas no programa Google SketchUp 7.0.657 Pro, da Google. Este programa é disponibilizado na versão experimental válida por 8 horas no endereço eletrônico do fabricante. Ele se destaca dos programas de modelagem tridimensional pela simplicidade em seu uso e pela grande integração com outros programas CAD (*computer aided design*).

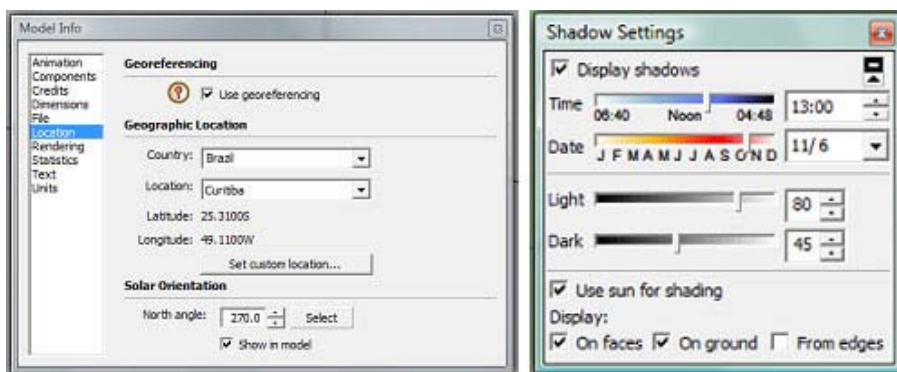


Figura 4 – Janelas dos comandos Model Info e Shadow Settings do programa Google SketchUp 7.0.657 Pro.

Após a realização da modelagem volumétrica, configurou-se a latitude e longitude para Curitiba através do comando *Model Info* - *Location* (Figura 3). A abertura voltada para a divisa foi direcionada na posição norte, através do comando *Solar Orientation*. Foram realizadas simulações para o solstício de inverno (21/06), para os seguintes horários: 09:00, 11:00, 13:00, 15:00 e 17:00 horas. No Google SketchUp 7.0.657, o horário e o período do ano são programados através do comando *Shadow Settings* (Figura 4).

Foram feitas duas seqüências de simulações: a com a ocupação permitida pela legislação, e a com a utilização do conceito de envelope solar. Estas por sua vez possuem três sub-sequências de simulações, para aberturas com WWR = 25%, 50% e 75%. Os resultados obtidos são os apresentados nas Figuras 5 e 6.

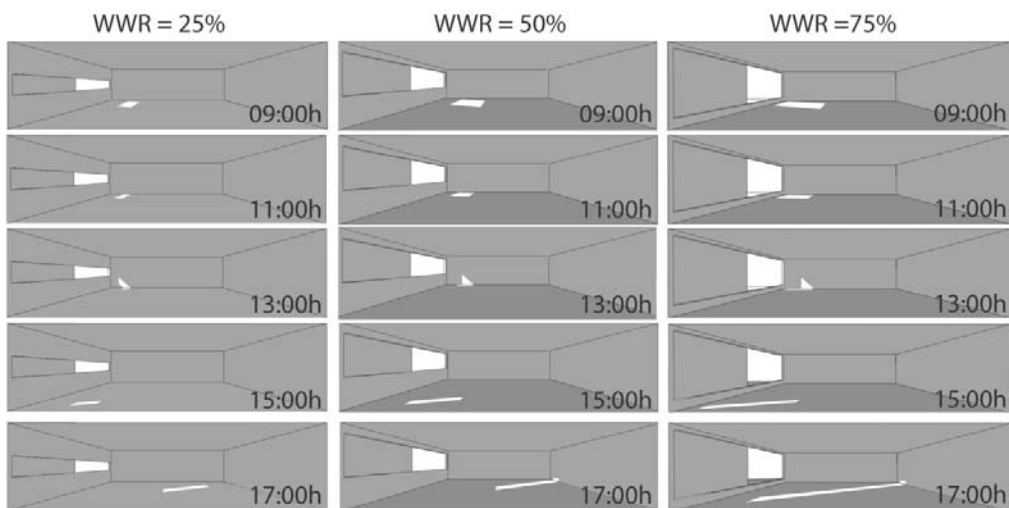


Figura 5 – Resultados de simulações de insolação para ocupação de lote na ZR-2 conforme o permitido por lei.

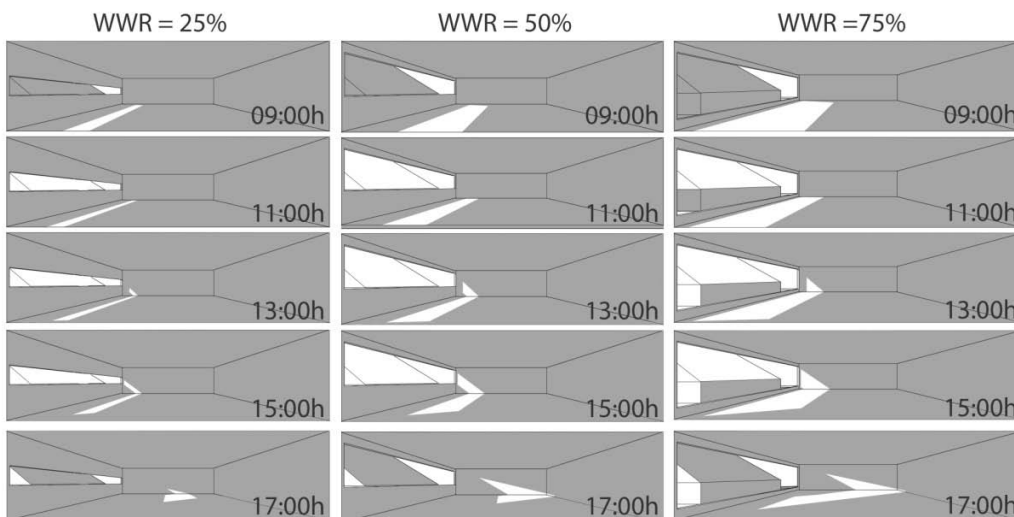


Figura 6 – Resultados de simulações de insolação para ocupação de lote na ZR-2 utilizando-se o conceito de envelope solar.

3.3. Simulação de iluminação natural para edificações unifamiliares na ZR-2 com o programa AutoCAD

O AutoCAD 2007 é um software do tipo CAD de licença proprietária da Autodesk Inc., de uso amplamente difundido por profissionais da área de engenharia civil e arquitetura. Pode ser utilizado tanto para o desenho técnico bidimensional quanto para a realização de modelos tridimensionais. Os parâmetros geográficos são definidos em *Geographic Location*, e os horários desejados para a simulação em *Sun Properties*, como indicados na Figura 7.

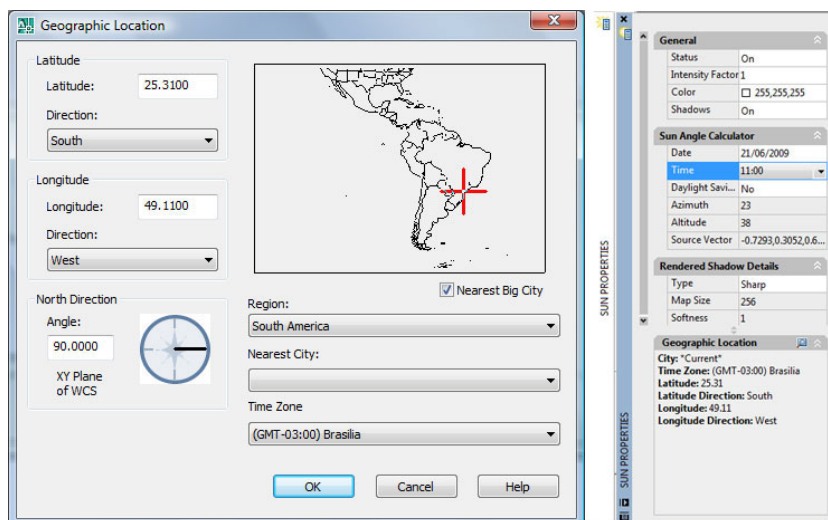


Figura 7 – Janelas dos comandos *Geographic Location* e *Sun Properties* do programa AutoCAD 2007.

Foram realizadas as duas sequências de simulações, da mesma forma com que se procedeu com o programa SketchUp. Os resultados obtidos são os apresentados nas Figuras 8 e 9.

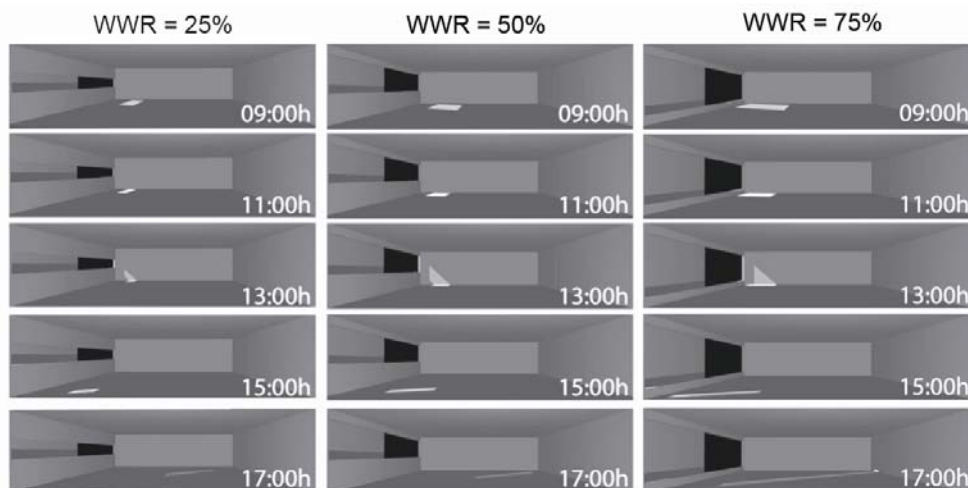


Figura 8 – Resultados de simulações de insolação com o AutoCAD 2007 para ocupação de lote na ZR-2 conforme o permitido por lei.

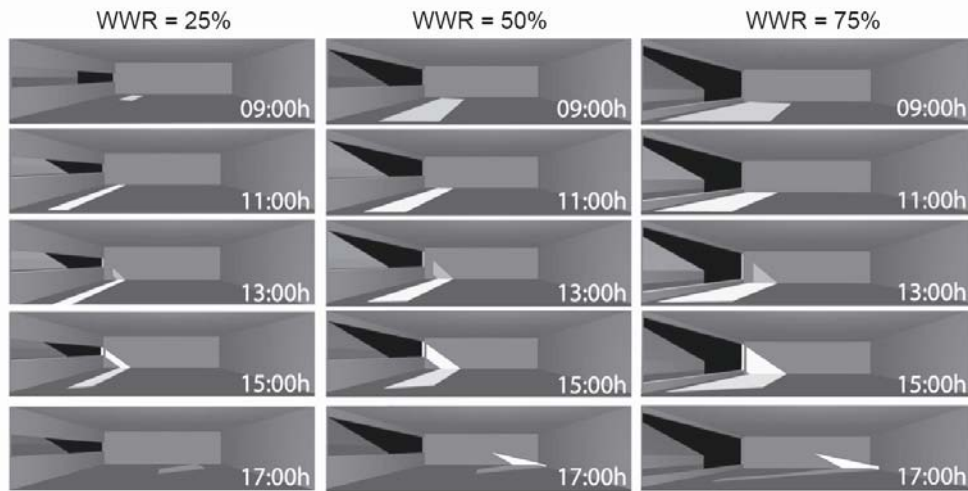


Figura 9 – Resultados de simulações de insolação com o AutoCAD 2007 para ocupação de lote na ZR-2 utilizando-se o conceito de envelope solar.

3.4. Simulação de iluminação natural para edificações unifamiliares na ZR-2 com o Heliodon

O Heliodon é um equipamento utilizado para a simulação da trajetória solar de forma tridimensional em várias datas e horas do dia. A partir da latitude do local cuja insolação deseja-se observar, regula-se a inclinação em graus dos arcos que simulam a passagem do sol em determinada data do ano.

Assim como no Google SketchUp7.0.657 Pro e no AutoCAD 2007, seriam inicialmente realizadas duas seqüências de simulações: com a ocupação permitida pela legislação, e com a utilização do conceito de envelope solar e com aberturas de WWR = 25%, 50% e 75%. Entretanto, durante o experimento, verificou-se que, apesar dos resultados tenderem para os obtidos nas simulações virtuais, apresentavam algumas divergências, causadas pelo que se apurou por alguns problemas na instalação elétrica e nas lâmpadas do Heliodon, que estavam sem homogeneidade de iluminação. Assim, foi realizada a simulação apenas do experimento com a ocupação permitida por lei, cujos resultados obtidos são os apresentados na Figura 10.

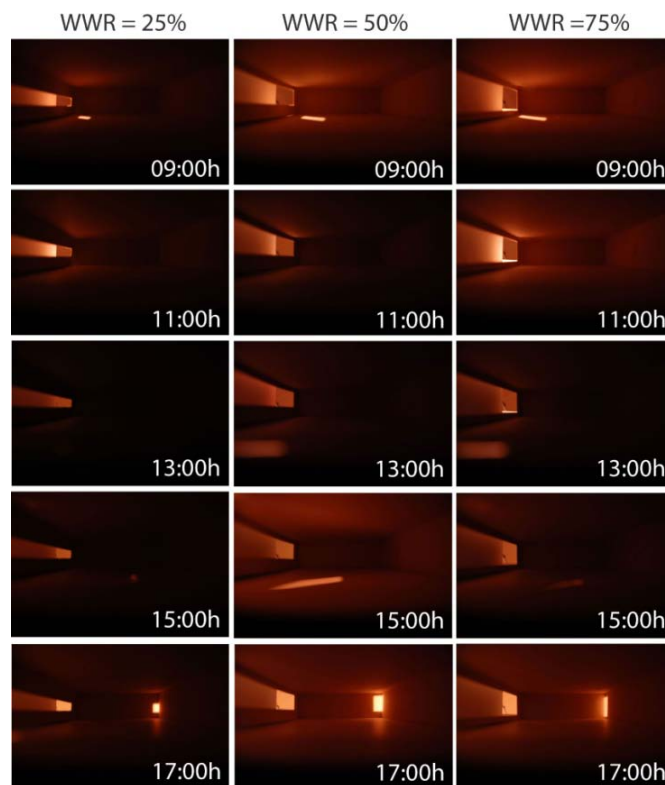


Figura 10 – Resultados de simulações de insolação com o Heliodon para ocupação de lote na ZR-2 conforme o permitido por lei.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1. Avaliação da iluminação natural obtida com construção obedecendo aos padrões de ocupação previstos em lei para Curitiba

Iniciou-se a avaliação do acesso solar no interior das edificações da ZR-2, através da simulação da ocupação máxima permitida por lei. Durante a realização do experimento com o Heliodon, observaram-se variações de padrão nos resultados obtidos, devido aos problemas indicados anteriormente. Apesar de estes resultados terem o comportamento tendendo aos dos obtidos com as simulações virtuais, apresentaram alguns pontos muito deslocados; sendo assim, optamos por descontinuar seu uso no trabalho. Os dados são apresentados em fração de luz / imagem, relacionando-se a área iluminada da imagem obtida, pelo valor total de sua área. A Figura 11 relaciona os dados de fração de luz/imagem para cada um dos métodos de simulação.

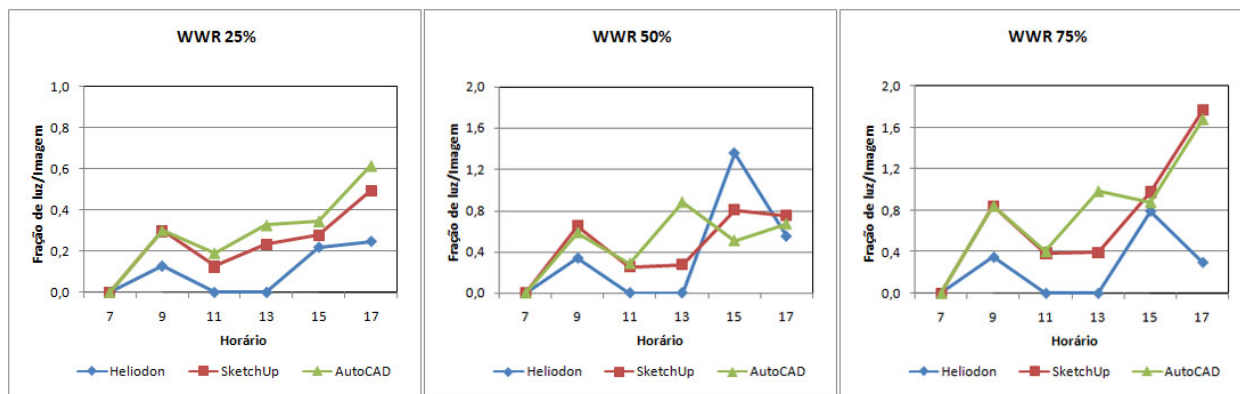


Figura 11 – Relação Fração de luz/imagem para as imagens obtidas pelas simulações.

Demonstramos na Tabela 3 o acesso solar de acordo com a alteração do WWR. A fração de luz/imagem é representada aqui pela somatória dos valores obtidos hora à hora para cada WWR. Fixamos o WWR = 50% como valor de referência, e a partir dele calculamos o decréscimo e o acréscimo para 25% e 75%. Ao contrário das demais simulações, notam-se nos dados obtidos do Heliodon a discrepância no comportamento esperado de diminuição de acesso conforme se diminui a abertura, e de aumento do acesso com a abertura maior. A Figura 12 evidencia o comportamento bastante similar entre os dados do SketchUp e AutoCAD, o que permite a validação da utilização dos mesmos como ferramentas para a análise do objeto deste trabalho.

Tabela 3 – Valores de acesso solar em fração para cada tipo de simulação e wwr.

WWR %	Heliodon		SketchUp		AutoCAD	
	∑ Fração Luz (%)	Variação (%)	∑ Fração Luz (%)	Variação (%)	∑ Fração Luz (%)	Variação (%)
25	0,60	-73,21	1,43	-47,81	1,78	-39,25
50	2,24	---	2,74	---	2,93	---
75	1,44	-35,71	4,36	59,12	4,78	63,14

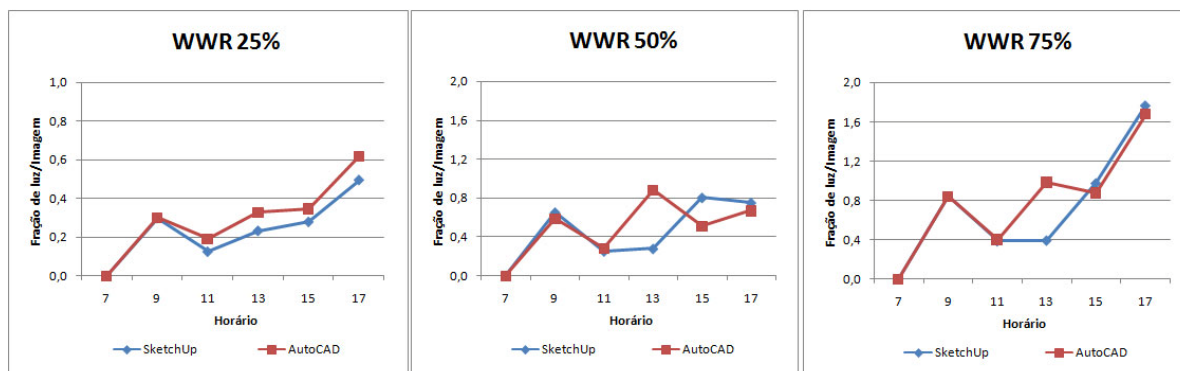


Figura 12 – Dados de acesso solar obtidos pelos programas SketchUp e AutoCAD para ocupação permitida por lei.

4.2. Avaliação da iluminação natural obtida com construção utilizando conceito de envelope solar

Para a análise do acesso solar em lotes utilizando-se o conceito de envelope solar, foram realizadas simulações apenas com os programas. O envelope solar foi dimensionado conforme descrito por Knowles (2003), para o solstício de inverno. Os resultados obtidos apresentaram grande similaridade, e são apresentados graficamente na Figura 13.

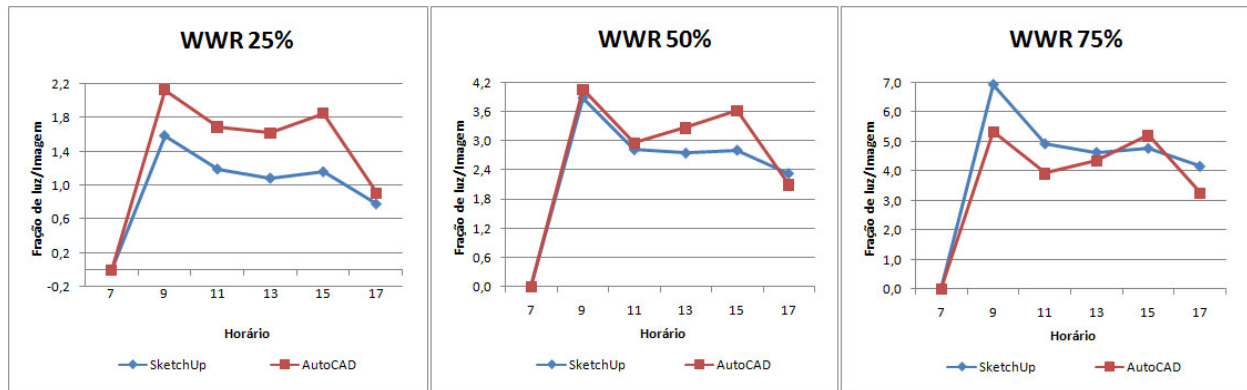


Figura 13 – Relação Fração de luz/imagem para as imagens obtidas pelas simulações com os programas SketchUp e AutoCAD com envelope solar.

Observa-se um aumento da área iluminada, como era previsto conforme pode ser observado nas Figuras 6 e 9, que já demonstravam visualmente o acréscimo de acesso solar obtido com o uso do envelope solar, em comparação à implantação permitida por lei (Figuras 5 e 8). A Tabela 4 indica numericamente os dados obtidos na simulação, tendo o valor de WWR=50% como referência.

Tabela 4 – Valores de acesso solar em fração para cada tipo de simulação e wwr.

WWR %	SketchUp		AutoCAD	
	∑ Fração Luz (%)	Aumento (%)	∑ Fração Luz (%)	Aumento (%)
25	5,81	-62,23	8,18	-48,84
50	14,59	---	15,99	---
75	25,41	74,16	22,07	38,02

4.3. Comparativo de resultados para acesso solar em implantações com parâmetros permitidos por lei e com aplicação de envelope solar

Com a análise dos resultados obtidos das simulações, foi possível realizar o comparativo com o aumento efetivo de acesso solar para a edificação unifamiliar localizada na ZR-2 de Curitiba quando utilizado o envelope solar. A Figura 14 relaciona a média da somatória dos valores para cada horário obtidos pelas simulações com o SketchUp e com o AutoCAD, e com a implantação permitida por lei. Verifica-se visualmente o incremento de acesso à luz solar com a utilização do envelope solar.

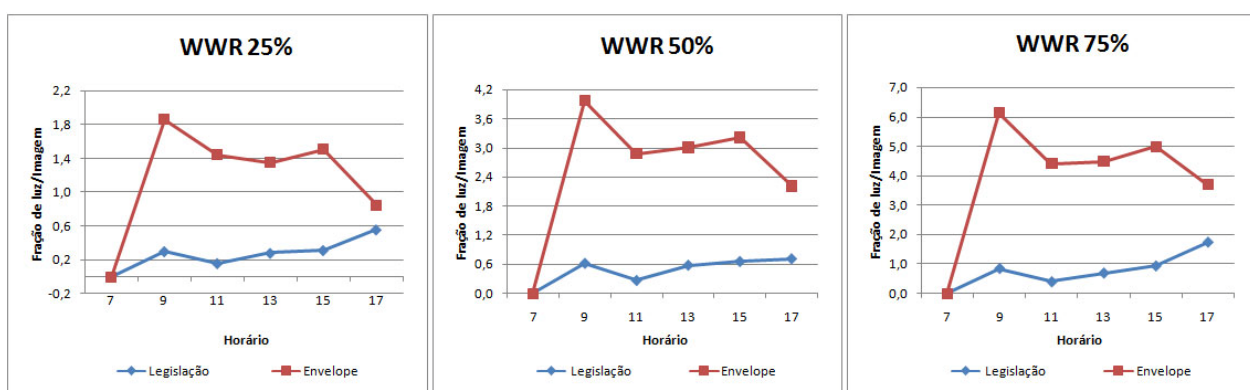


Figura 14 – Média dos valores de Fração de luz/ imagem para simulações com ocupação conforme legislação e com envelope solar.

A Tabela 5 relaciona numericamente os resultados para os dois tipos de ocupação. Os dados apresentados confirmam o incremento ao acesso solar com o uso do envelope solar, com um aumento médio de 398% da fração de luz/imagem em relação aos obtidos com os parâmetros legais. Demonstram também a forte influência do WWR na obtenção da luz natural.

Tabela 5 – Comparativo de aumento ao acesso à luz do sol com o uso do envelope solar em relação ao uso dos parâmetros legais.

Tipo de Ocupação	Média das Σ de Fração de luz / Imagem para SketchUp e AutoCAD		
	WWR = 25%	WWR = 50%	WWR = 75%
Legislação	0,267	0,472	0,761
Envelope solar	1,166	2,548	3,957
Diferença Numérica	0,899	2,076	3,196
Aumento (%)	336,70	439,83	419,97

5. CONCLUSÕES

Verificou-se através dos resultados obtidos no trabalho a necessidade de uma revisão da legislação de Curitiba no que se refere a parâmetros construtivos em zonas residenciais, com a implementação de recomendações mais precisas que relacionem localização geográfica e orientação solar dos lotes, com prescrição de horas diárias mínimas de acesso solar.

Os resultados sugerem a eficácia da utilização do conceito de envelope solar como instrumento de trabalho para profissionais ligados às áreas de planejamento urbano e eficiência energética na efetivação dos ganhos solares no interior de edificações. O fator WWR (*window to wall ratio*), combinado ao envelope solar, também demonstrou ter grande importância durante a elaboração da implantação mais eficiente no quesito de acesso à luz solar.

A utilização do AutoCAD, de uso bastante difundido entre estes profissionais, e o SketchUP, programa *shareware* de utilização simples para a análise do comportamento solar demonstrou ser satisfatório, apresentando resultados visuais confiáveis, e de forma rápida.

6. REFERÊNCIAS

- GRAZZIOTIN, Pablo Colossi. Técnicas de Incorporação de Controle de Acesso à Luz Solar em Modelos Computacionais de Edificações. Dissertação (Mestrado, Computação) – Programa de Pós-Graduação em Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. Zoneamento 2000. (2002). Disponível em <http://www.ippuc.org.br/informando/TEMATICOS/ZONEAMENTO_2000.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2009.
- INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. Curitiba Digital: Mapa de Arruamento. Curitiba, 2006. 1 CD-ROM.
- KNOWLES, Ralph L. The solar envelope: its meaning for energy and buildings. **Energy and Buildings.**, Los Angeles, v.35, n.1, p.15-25, 2003.
- LAMBERTS, R.; DUTRA, L., PEREIRA, F. **Eficiência Energética na Arquitetura**. UFSC/Procel/Eletróbrás, São Paulo, 1998.
- MARCHI, Sandra Regina. Análise da Influência da Cor no Potencial de Aproveitamento da Luz Natural no Ambiente Construído. Dissertação (Mestrado, Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade do Paraná, Curitiba, 2007.
- PRADO, André Luiz. Em busca da pertinência para uma arquitetura tropical. MDC Revista de Arquitetura e Urbanismo. Belo Horizonte, Oficina 3 Consultores Associados, n.1, 2 e 3, 2006. Disponível em: <<http://www.mdc.arq.br/mdc/txt/mdc01-txt03.pdf>>. Acesso em: 15.fev.2009.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA. Lei nº9.800, de 03 de janeiro de 2000. Dispõe sobre o Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo no Município de Curitiba e dá outras providências. Curitiba, 03 jan. 2000. Disponível em: <<http://www.curitiba.pr.gov.br/Servicos/Governo/Legislacao/zoneamento/9800.00.zip>>. Acesso em: 04 fev. 2009.
- SUGA, Mario. Avaliação do potencial de aproveitamento de luz natural em cânions urbanos: estudo realizado nos eixos estruturais de Curitiba. (Mestrado, Tecnologia). Programa de Pós-Graduação em tecnologia e Desenvolvimento, Centro Federal de Ensino Tecnológico, Curitiba, 2005.

7. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao professor Adriano Dorigo e à Universidade Tuiuti do Paraná - UTP pela permissão de uso do espaço físico do laboratório de Conforto Ambiental e do equipamento Heliodon e à CAPES pela concessão de bolsa de Mestrado.