



## PROJEÇÕES DO CENÁRIO URBANO: UMA ANÁLISE PARA INSOLAÇÃO ATRAVÉS DO SOFTWARE CITYZOOM

**Danielle Sonza (1); Arthur Eduardo Becker Lins (2); Vera Helena Moro Bins Ely (3)**

(1) Graduanda do Curso de Arquitetura e Urbanismo – Centro Tecnológico – Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil – e-mail: sonza.dani@gmail.com

(2) Graduando em Arquitetura e Urbanismo – Centro Tecnológico – Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil – e-mail: aeblins@terra.com.br

(3) Arquiteta e Urbanista, Dr.<sup>a</sup> Eng.<sup>a</sup>, Professora Associada do Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Centro Tecnológico – Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil – e-mail: vera.binsely@gmail.com

### RESUMO

Através da ferramenta de simulação *Cityzoom*, software em desenvolvimento pelo SimmLab/UFRGS, este trabalho aplica índices do Plano Diretor (PD) de Florianópolis em duas diferentes tipologias de malha urbana – uma de desenho ortogonal e outra rádio-concêntrica –, a fim de apontar qual apresenta melhor aproveitamento do potencial energético solar e se os índices do PD de Florianópolis se encaixam no envelope solar. Com o intuito de viabilizar um planejamento urbano sustentável, o trabalho faz uma previsão do crescimento urbano através de uma ferramenta computacional, conforme o regimento do PD. Os resultados são obtidos a partir das ferramentas “vista estereográfica” e “envelope solar”. Os índices do PD utilizados como parâmetros são os seguintes: taxa de ocupação, índice de aproveitamento, gabarito, afastamentos e recuos. Para cada uma das tipologias foram geradas duas máscaras, uma no solstício de verão e outra no solstício de inverno em três horários distintos, observando o comportamento da insolação no decorrer do dia. Também foi verificada a garantia de acesso à insolação nos edifícios através do emprego do envelope solar que, por limitação do software, foi aplicado somente na malha ortogonal. Pela análise das simulações das vistas estereográficas, concluiu-se que ambas as malhas possuem horas de sol insuficientes no solstício de inverno. Isto se deve aos índices do PD de Florianópolis, que não garantem insolação adequada às edificações, havendo interferência de sombra entre edifícios vizinhos, problema que também ocorre entre edifícios de quadras diferentes separados por vias de circulação. Esta interferência é comprovada com a aplicação do envelope solar nas edificações da malha ortogonal, já que há um acréscimo indesejável de 38% na área construída. Os resultados apontam que o tipo de traçado pouco interfere na exposição dos edifícios ao sol, sendo fundamental adequar os índices do PD – tais como os afastamentos, taxa de ocupação, gabarito, índice de aproveitamento – à orientação, forma e dimensão dos lotes.

Palavras-chave: insolação, sustentabilidade, envelope solar.

## **1 INTRODUÇÃO**

A ausência de planejamento urbano e de infra-estrutura nas cidades contemporâneas é agravada pelas transformações nos setores econômicos e tecnológicos, bem como pelo acréscimo populacional, ocasionando constantes mudanças nos cenários urbanos. Evidenciam-se conflitos na ocupação do espaço físico, resultando em impactos negativos não só ao meio ambiente, mas também na qualidade de vida das pessoas.

A partir dessa realidade houve a necessidade de repensar a organização do espaço urbano através da definição dos Planos Diretores (PD), ou seja, uma gestão política que visa direcionar as áreas a serem ocupadas, bem como a aplicação de índices a serem respeitados. Deste modo, o PD possui forte influência tanto no espaço físico a ser ocupado quanto nos impactos desta ocupação, pois, a partir dele, podem ser determinados fatores, como a preservação da paisagem e o aproveitamento das potencialidades locais, tendo como consequência um aumento na qualidade de vida populacional.

Portanto, é de suma importância não só realizar um planejamento urbano, mas também prever o crescimento das cidades mantendo a qualidade do ambiente urbano e de seus habitantes, de forma a permitir o desenvolvimento e a preservação do ambiente natural. Uma maneira de antecipar como será o crescimento urbano é através de modelos em 3D, que utilizem os índices dos PD a fim de obter simulações próximas à realidade.

## **2 OBJETIVO**

Este trabalho tem como objetivo aplicar os índices do PD de Florianópolis (taxa de ocupação, índice de aproveitamento, gabarito, afastamentos e recuos) em duas diferentes tipologias de malha urbana – uma de desenho ortogonal e outra rádio-concêntrica – a fim de apontar qual apresenta melhor aproveitamento do potencial energético solar.

Para a aplicação dos índices do Plano Diretor foram efetuadas simulações. A partir da utilização do software *CityZoom* – programa em desenvolvimento pelo laboratório “SimmLab” da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – foram simulados cenários em 3D de ambas as malhas, utilizando três ferramentas: “*block magic*”, que permite levantar a volumetria definida pelos índices do PD; “vista estereográfica” no qual pode-se avaliar o aproveitamento do potencial energético solar; e finalmente, o “envelope solar”, que verifica a interferência das sombras entre as edificações.

Foi possível apenas empregar o envelope solar na malha ortogonal devido a limitações do software em não realizar a leitura de linhas curvas para simulação do volume piramidal, inviabilizando assim, a aplicação dessa ferramenta sobre a malha urbana rádio-concêntrica. Logo, procura-se responder a questão principal dessa pesquisa a partir dos resultados obtidos com o uso da vista estereográfica, ratificados pela aplicação do envelope solar em uma única malha.

Em função dos resultados obtidos, foi elaborada uma proposta de índices de PD para o cenário da malha ortogonal que pudesse responder às exigências do envelope solar.

## **3 APROVEITAMENTO ENERGÉTICO SOLAR, FATOR DE CÉU VISÍVEL E ENVELOPE SOLAR**

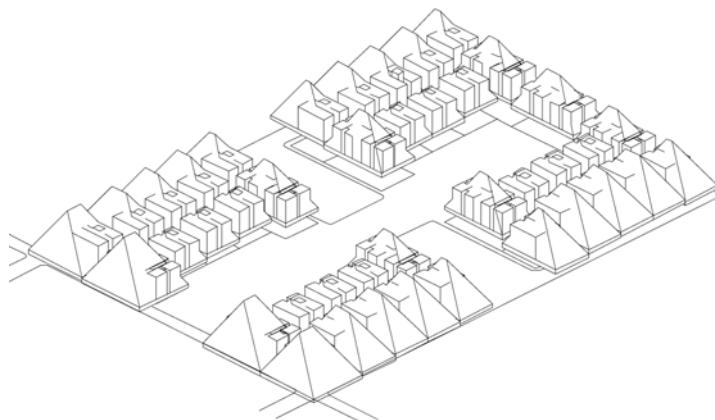
Para se obter um aproveitamento energético máximo em um edifício, devem-se adotar estratégias no planejamento urbano tais como: uso de afastamentos mínimos entre edifícios, destinar espaços para áreas verdes, ampliar e arborizar vias, considerar a orientação geográfica da malha urbana, analisar os ventos predominantes e a insolação. Aliadas ao Plano Diretor, que define o modo de ocupação, estas estratégias podem viabilizar um uso racional e sustentável de energia tirando melhor proveito das condicionantes naturais de um determinado local. Consoante Spirn (1995), a cidade precisa ser reconhecida como parte da natureza e desenhada de acordo com isso.

O desenho inadequado da malha urbana, aliado a um mau planejamento urbano, torna inevitável o desperdício energético. Nos casos de excesso de exposição dos edifícios ao sol pode ocorrer grande consumo energético com o uso de aparelhos de ar condicionado, bem como a falta deste pode ocasionar o uso demorado de iluminação artificial.

O meio urbano é um complexo espaço que, segundo Mascaró (1996), se constitui de planos verticais e horizontais, sendo necessários estudos sobre a interação entre estes planos e suas influências no desenho urbano e espaço geomorfológico. Logo, para se evitar o desperdício energético, algumas estratégias de estudo podem ser adotadas para a verificação da relação entre as áreas edificadas e o sítio, obtendo o melhor aproveitamento do potencial energético e garantindo condições mínimas de insolação.

A primeira forma de avaliação estudada nessa pesquisa foi o Fator de Céu Visível (FCV), que, conforme Leder (2007), é a porcentagem de área de céu visível para pontos de referência no espaço e que varia conforme a morfologia urbana devido à sua correlação com a taxa de ocupação (TO) e insolação. Portanto o FCV é determinado pela relação entre altura e largura do cenário urbano, que estão diretamente ligadas aos índices do PD – índice de aproveitamento, TO, largura da caixa da rua e afastamentos mínimos. Logo é fundamental, para um adequado controle ambiental, a existência de um PD que reflita em seus índices a preocupação com o aproveitamento do potencial energético solar.

Outra avaliação é através do envelope solar, que aponta para um possível adensamento de zonas urbanas sem perda de qualidade ambiental. Conforme Knowles e Berry *apud* Pereira (1995), envelope solar assume o maior volume que uma edificação pode ocupar de maneira a permitir o acesso ao sol e luz natural da vizinhança imediata para assim garantir a incidência de radiação solar nas edificações.



**Figura 1** - Pirâmides inseridas nos volumes da urbanização. Fonte: Pereira et al, 2001

Este volume básico possui formato de uma pirâmide (ver figura 1), determinado pela largura da rua, tamanho dos lotes, gabarito, orientação das fachadas e ângulos de obstrução. Logo, o controle racional da radiação solar está diretamente ligado aos índices do Plano Diretor das cidades.

## 4 METODOLOGIA

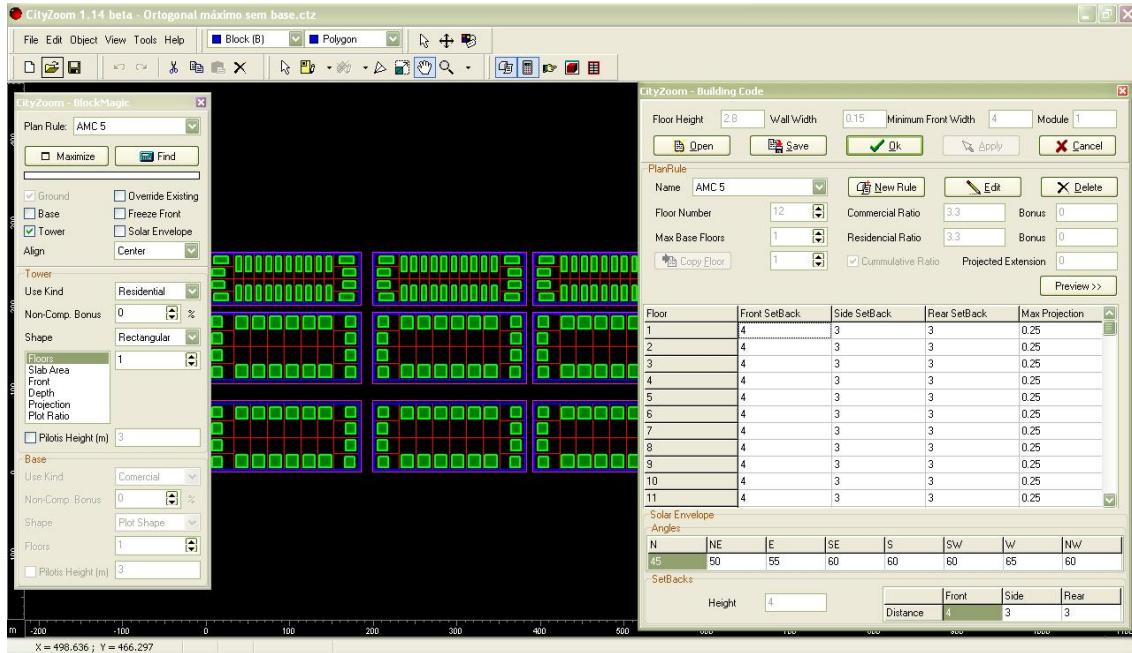
Foram realizadas quatro etapas para o desenvolvimento da pesquisa. Inicialmente, foi necessário adquirir conhecimento sobre o funcionamento do programa e, em seguida, foram selecionadas as tipologias de malhas a serem utilizadas nas simulações. Logo após, foram analisadas as vistas estereográficas para ambas as malhas e, finalmente, aplicou-se o envelope solar na malha ortogonal.

### 4.1 Utilização do software CityZoom

Para realizar as simulações no software *CityZoom*, foram gerados dois cenários urbanos distintos para cada uma das malhas propostas. Para gerar um cenário urbano no programa é necessário o suporte do software *AutoCAD*, onde se desenha o traçado com, no mínimo, os lotes e quadras. Nesta fase, conforme SimmLab (Manual *CityZoom* 14.3), deve-se atentar para alguns cuidados, como desenhar sempre com “*polyline*” (pois cada lote e quadra deve ser um polígono fechado) e organizar os objetos do desenho em *layers* diferentes, já que dentro do *CityZoom* serão associados aos tipos de objetos – edificações, lotes e quadras.

Após concluir o desenho no *AutoCAD*, deve ser salva uma versão do arquivo com extensão em *dxf*, um dos formatos aceitos pelo *CityZoom* para importação.

O próximo passo é a inserção dos índices do PD da cidade analisada: taxa de ocupação, índice de aproveitamento, gabarito, afastamentos e recuos. Em seguida já se pode selecionar a área de interesse – como uma quadra, por exemplo – bem como aplicar da ferramenta “block magic” (ver figura 2) para gerar automaticamente os volumes dos edifícios. Por fim, o programa gera automaticamente a vista estereográfica, que calcula as horas de sol, a porcentagem do Fator de Céu Visível e, ainda lança dados como altitude e azimute que, segundo Lamberts et al (2005), são as informações necessárias para projetar sombra em uma determinada hora.

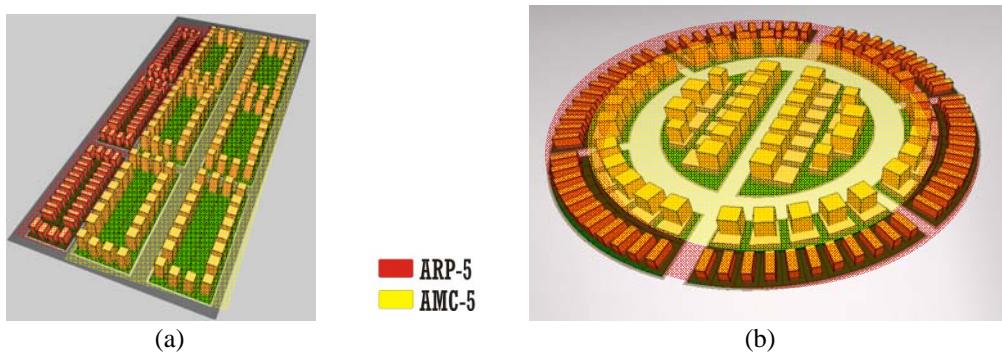


**Figura 2** – Interface do programa CityZoom

#### 4.2 Escolha da tipologia de malha urbana e simulações de cenários

Para a definição do desenho das malhas urbanas a serem simuladas, foram analisadas características tais como os fluxos, serviços (correios, coletas de lixo e entrega em domicílio), legibilidade do traçado e orientabilidade. Outro ponto avaliado foram as morfologias dos loteamentos que se apresentam com maior freqüência atualmente no mercado.

A malha do tipo ortogonal, apresentada na figura 3(a), configura-se com nove quadras. Foi escolhida por permitir construção de lotes regulares que, segundo Mascaró (1997), possibilita um maior aproveitamento de área construída total. Já a malha rádio-concêntrica, figura 3(b), constituída de oito quadras, é bastante utilizada em novos projetos de loteamentos e tem por facilidade a circulação entre dois pontos quaisquer.



**Figura 3** – Malha ortogonal (a) e malha rádio-concêntrica (b) simulados no *CityZoom*

Para que os cenários simulados se aproximassesem da realidade, foram utilizados índices do PD de

Florianópolis, retirados de dois tipos de áreas freqüentes, conforme a tabela 1: ARP-5 (área residencial predominante) e AMC-5 (área mista central). A disposição do zoneamento (ver figura 3) foi definida a partir da dimensão das macro e micro-parcelas: áreas com lotes maiores para AMC e lotes menores para ARP.

Zona	Lote Mínimo	Testada Mínima	Nº Max. de pavimentos		IA Máx.	TO Máx.
				(F)		
AMC – 5	600m <sup>2</sup>	20m	8	12	2,3/3,3(B)	(G) (A)
ARP – 5	360m <sup>2</sup>	12m	4	6	1,3	(G)

A – Até 80% nos dois primeiros pavimentos quando destinados a comércios e serviços.  
B – Índice mais elevado somente para edificações exclusivamente comerciais.  
F – Gabarito máximo diferenciado para áreas de mesmo limite de ocupação.  
G – As taxas de ocupação variam conforme a fórmula:  
TO = (37-NP)%, em que NP é Número de Pavimentos

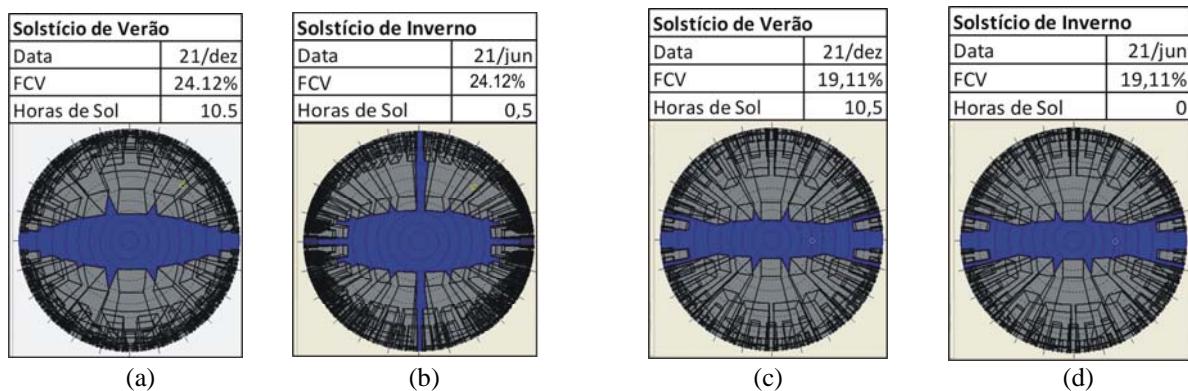
**Tabela 1** – Zonas escolhidas no Plano Diretor de Florianópolis. Fonte: IPUF, 1998.

As vias foram definidas conforme a hierarquia dos fluxos. Para as AMC, locais de maior fluxo de veículos no trânsito, foram escolhidas vias mais largas como a coletora insular CI7(1), com faixa de domínio de 28 metros e, a sub-coletora insular SC10 (1) com faixa de domínio de 18 metros. Já para a ARP-5 foi eleita a via local A, de acesso residencial e trânsito brando, possuindo faixa de domínio de 12 metros.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Vista estereográfica para ambas as malhas

Ao gerar as vistas estereográficas para a malha ortogonal e a rádio-concêntrica, notou-se que as horas de sol no verão permaneceram as mesmas, apesar da malha rádio-concêntrica apresentar um Fator de Céu Visível menor. Houve uma pequena diferença nas horas de sol no período do inverno, pois a malha rádio concêntrica não recebe insolação no centro na malha (ponto escolhido para se obter um mascaramento mais homogêneo). Ressalta-se que a tipologia de malha ortogonal se mostrou mais eficiente para o aproveitamento do potencial energético solar. Contudo, para ambas as malhas a situação não é ideal: há excesso de radiação solar no verão – onde a desejabilidade é menor – e, no inverno, a radiação é insuficiente (ver figura 4).



**Figura 4** – Vista estereográfica da malha ortogonal nos solstícios de (a) verão e (b) inverno. Vista estereográfica para a malha rádio-concêntrica nos solstícios de (c) verão e (d) inverno.

### 5.2 Aplicação do Envelope Solar

Esta ferramenta está incorporada na interface do programa *CityZoom*, sendo possível aplicá-la nos cenários simulados através da inclusão dos ângulos de obstrução da localidade a ser estudada, no caso deste artigo, Florianópolis.

O cenário da malha ortogonal sobre o qual o envelope foi aplicado (ver figura 5) utiliza na área AMC-5 o número máximo de 12 pavimentos, índice de aproveitamento 2,3 e TO de 25%. Já na área ARP-5 utiliza-se o número máximo de 6 pavimentos, índice de aproveitamento de 1,3 e TO de 31%. Este cenário totaliza uma área total de quadras de 118.800m<sup>2</sup>, ocupa 26% do solo e computa uma área total construída de 310.680m<sup>2</sup>.

Para aplicar a ferramenta envelope solar, inseriu-se no programa os ângulos de obstrução (tabela 2) definidos por Pereira *et al* (2001) para cada orientação em Florianópolis. Com a geração dos volumes piramidais em cada lote, verificou-se que para este cenário os índices do PD utilizados são inadequados para garantir acesso ao sol a todas as edificações, conforme as regras do envelope solar (ver figura 5-a). No cenário em que as edificações de maior gabarito atingem doze pavimentos, a partir do quinto pavimento o volume do edifício já extrapola a pirâmide do envelope solar (ver figura 5-b).

	Orientação							
	N	NE	L	SE	S	SO	O	NO
<b>Ângulo de Obstrução</b>	40-45	45-50	50-55	55-60	55-60	55-60	60-65	55-60

Tabela 2 – Ângulos de obstrução para cada orientação em Florianópolis/SC. Fonte: Pereira et al, 2001

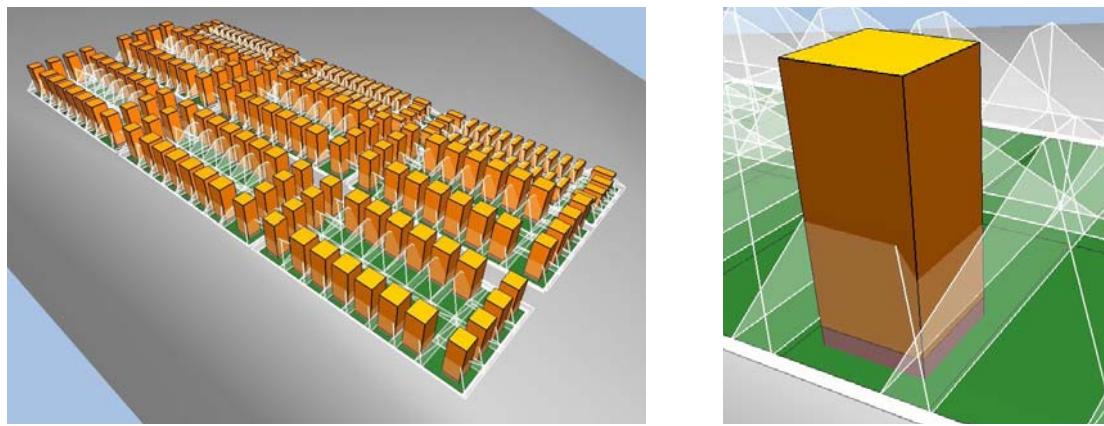


Figura 5 – Aplicação do envelope solar na malha ortogonal (a) e visualização do lote (b)

### 5.3 Comportamento do sombreamento sobre a malha ortogonal edificada

Para analisar o comportamento do sombreamento, foram simulados três horários ao decorrer do dia, para cada solstício. Às 9 horas, tanto no solstício de verão quanto para o solstício de inverno, as fachadas dos edifícios são encobertas em grande porcentagem, ou seja, há influência entre edifícios vizinhos e dimensão das vias quanto ao sombreamento das fachadas, já que aquelas voltadas para leste e norte são parcialmente sombreadas neste período (ver figura 6).

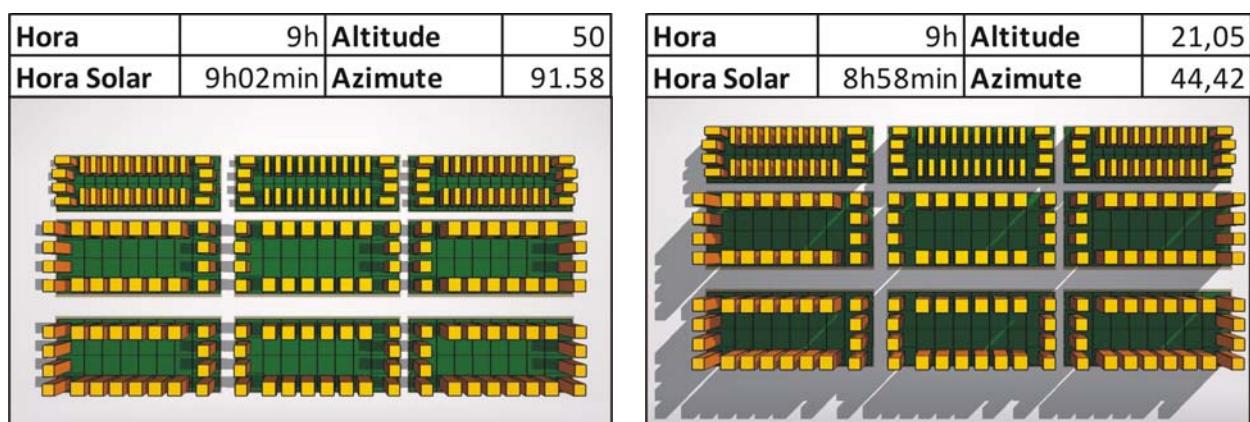
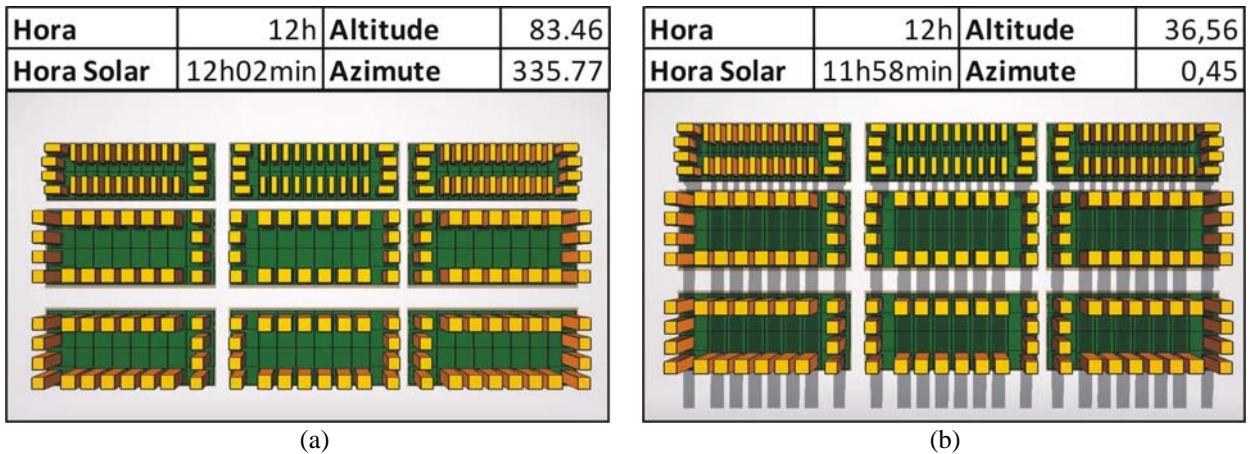


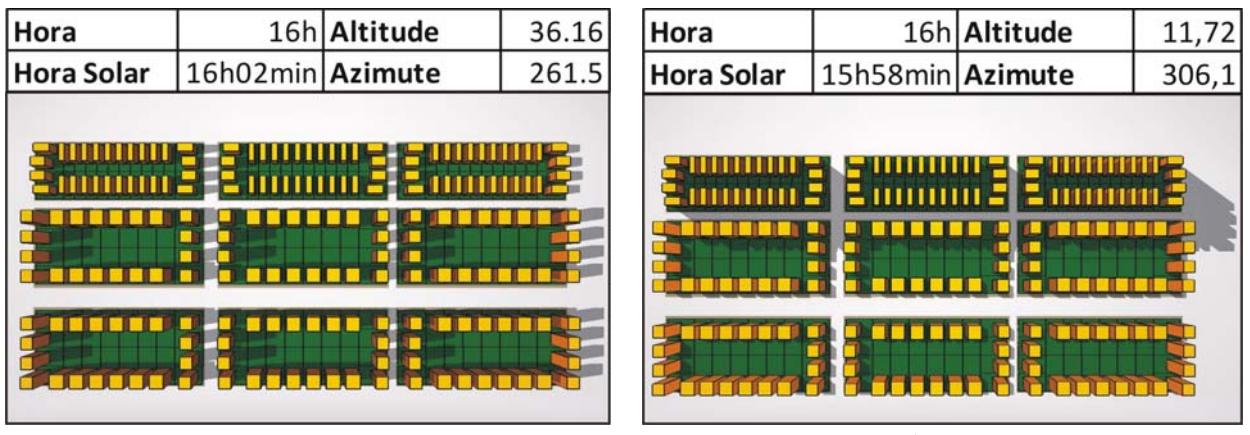
Figura 6 – Sombreamento sobre a malha edificada às 9h: Verão (a) e Inverno (b)

Às 12 horas, quando o sol se encontra a pino, no solstício de verão não há projeções de sombra devido ao ângulo dos raios solares, pois estes encontram perpendiculares ao solo. No solstício de inverno há sombreamento nas vias do sentido norte/sul, atingindo também parte das fachadas norte que são parcialmente sombreadas pelas edificações vizinhas (ver figura 7).



**Figura 7 – Sombreamento sobre a malha edificada às 12h: Verão (a) e Inverno (b)**

Para as 16 horas no solstício de verão houve o sombreamento nas vias norte/sul, bem como obstrução da insolação entre edifícios vizinhos. No inverno as vias seguem o mesmo raciocínio da figura 6, que apresentou vias quase que totalmente sombreadas. Na figura 8 (b) o *software* apresentou problemas na simulação uma vez que em 50% na malha não apresentou sombreamento



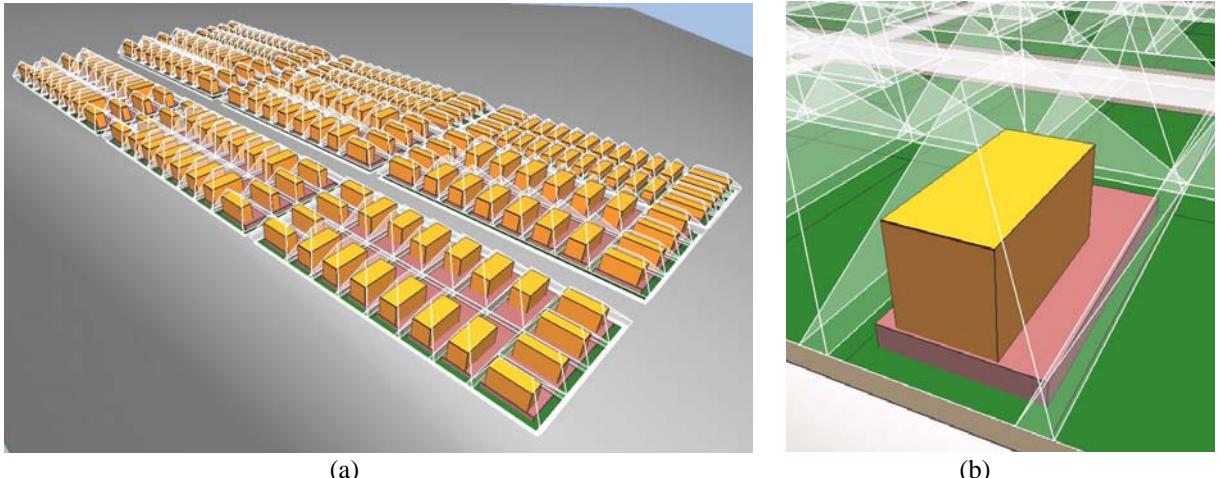
**Figura 8 – Sombreamento sobre a malha edificada às 16h: Verão (a) e Inverno (b)**

## 6 PROPOSTA DE ADAPTAÇÃO DA MALHA A VOLUMETRIA DO ENVELOPE SOLAR E ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DO SOMBREAMENTO

Com base nas análises anteriores, ratifica-se que o desenho analisado não responde às exigências do envelope solar quanto ao aproveitamento do potencial energético solar. Desta forma, partiu-se para uma adaptação da malha urbana à volumetria do envelope, sendo realizada uma proposta fictícia que alterou os índices do PD a fim de obter um aproveitamento máximo do potencial solar, com máxima área construída que respeite os limites do envelope solar.

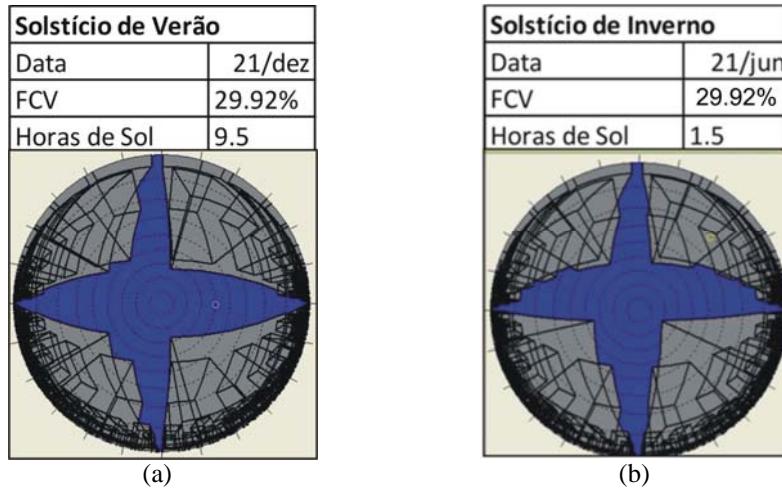
Para a AMC utilizou-se uma TO de 80% na base e 29% na torre e, um índice de aproveitamento de 3,2 com um máximo de 5 pavimentos; já para a ARP utilizou-se uma TO de 60% e índice de aproveitamento de 2,1 com o máximo de 3 pavimentos. Estes novos índices, que foram definidos de forma experimental, totalizaram uma área construída de 193.684,17m<sup>2</sup>, ou seja, uma redução de 38% em relação ao cenário anterior (ver figura 9). Se fosse possível simular o escalonamento da edificação

(adquirindo uma forma piramidal), no software, certamente a diferença entre estas áreas construídas seria menor.



**Figura 09** – Aplicação do envelope solar na malha ortogonal (a) e visualização do lote (b)

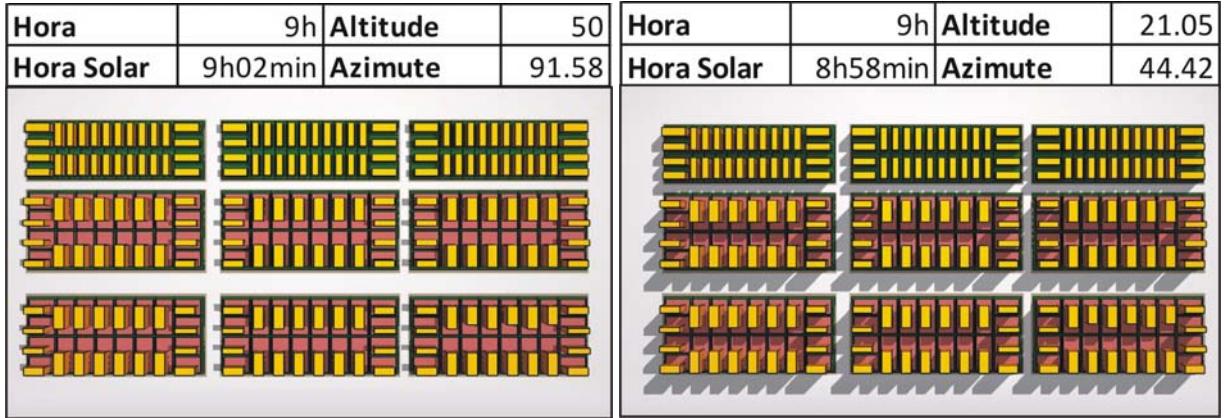
Do ponto de vista da insolação, a malha que respeita o envelope proporciona um melhor aproveitamento da energia solar, o que pode refletir diretamente no consumo energético dos edifícios e no conforto térmico dos usuários. Todavia, para obter-se uma área construída próxima da realidade anterior, aumenta-se a taxa de ocupação reduzindo a permeabilidade do solo. Por isso é necessário procurar soluções para esta questão, tais como: aumentar os afastamentos, uso coberturas verdes ou tetos jardins, materiais mais permeáveis nos espaços públicos.



**Figura 10** – Máscaras obtidas da vista estereográfica para a situação: Verão (a) e Inverno (b)

Através da aplicação do envelope solar na malha ortogonal, verifica-se nos dados gerados pela ferramenta vista estereográfica, na máscara extraída (figura 10), que há uma melhora quanto às horas de sol no solstício de inverno. Se comparada às simulações com os índices atuais do PD de Florianópolis, no ponto referenciado, há também um aumento significativo na porcentagem do Fator de Céu Visível, que passou de 24.12% para 29.92%.

Às 9 horas no solstício de verão, demonstrada na figura 11, há um sombreamento apenas em um dos lados dos passeios que se encontram nas vias no sentido norte / sul, as sombras não interferem nas fachadas dos edifícios. Nesta tipologia, as vias no sentido leste / oeste continuam com sol em toda a sua extensão. No solstício de inverno as sombras projetadas não afetam as fachadas dos edifícios, independente da dimensão das ruas, porém na base das edificações – onde poderiam existir áreas de lazer – estão quase totalmente sombreadas.

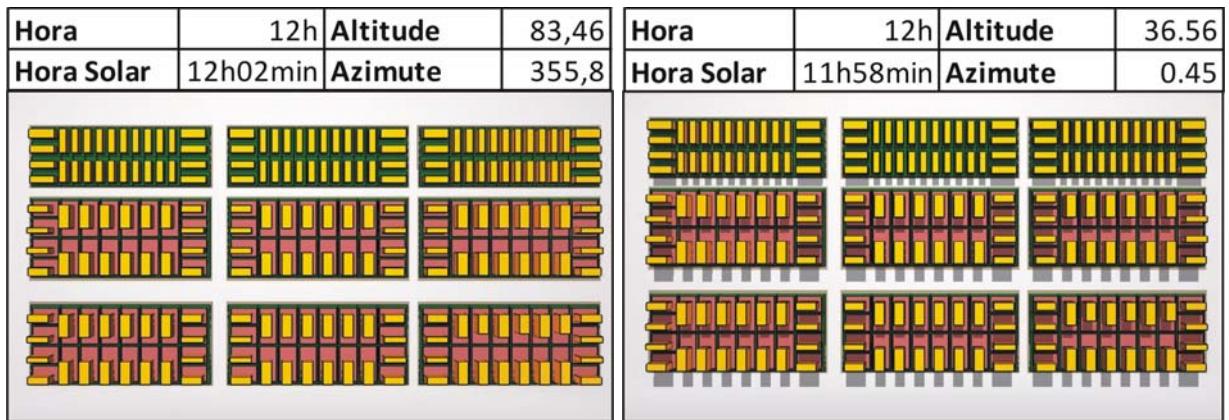


(a)

(b)

**Figura 11** – Sombreamento sobre a malha edificada às 9h: Verão (a) e Inverno (b)

Ao meio dia como mostra a figura 12, no solstício de verão, os raios solares se encontram perpendiculares ao solo, fazendo que os edifícios não projetem sombra. No solstício de inverno as projeções de sombra das edificações não interferem nas fachadas dos edifícios.



(a)

(b)

**Figura 12** – Sombreamento sobre a malha edificada às 12h: Verão (a) e Inverno (b)

Às 16 horas no período do verão o sombreamento atinge as ruas no sentido norte / sul sem afetar as fachadas dos edifícios vizinhos, e no inverno, as vias se encontram quase totalmente encobertas pelas sombras dos edifícios, sendo que as fachadas não são afetadas pelas sombras de edifícios vizinhos independente da largura das vias como mostra a figura 13.



(a)

(b)

**Figura 13** – Sombreamento sobre a malha edificada às 16h: Verão (a) e Inverno (b)

## **7 CONCLUSÃO**

Nesta pesquisa, concluiu-se que a tipologia de malha em si não define um melhor aproveitamento do potencial energético solar. As análises dos dados das vistas estereográficas e da simulação do sombreamento, através da ferramenta “*block magic*”, não se mostraram eficazes no aproveitamento energético solar tanto para o solstício de verão quanto para o solstício de inverno. A malha ortogonal e rádio-concêntrica apresentaram um Fator de Céu Visível baixo, ou seja, o plano vertical é muito superior ao plano horizontal, fato comprovado com a aplicação do envelope solar, onde mostra um excedente de 38% de área construída além do volume piramidal.

Observou-se também que todas as fachadas sofreram influência do sombreamento do edifício vizinho, independente da largura e orientação da rua, e o envelope solar ratificou o que as outras simulações já haviam confirmado. A nova proposta, com a adequação dos índices do PD – modificação dos afastamentos, gabarito, índice de aproveitamento e taxa de ocupação –, comprova que a tipologia de malha não interfere na insolação, mas sim os índices aplicados, uma vez que os resultados encontrados foram positivos utilizando a mesma malha.

Desta forma, é importante considerar no planejamento as condicionantes do sitio natural, para que através do plano diretor possam se traçar estratégias que aproveitem as potencialidades locais para maximizar a economia de energia nas edificações e, desta forma, ter um desenho urbano mais sustentável.

É importante que, para cada tipo de malha, se façam estudos concisos com propostas de índices que sejam adequados ao desenho proposto respeitando uma política de vizinhança em que todos têm direito aos recursos naturais de forma igualitária. O direito ao acesso ao sol é fundamental para que se possa ter uma boa qualidade de vida e, o uso de estratégias como o envelope solar viabiliza um desenho de malha que respeite a insolação.

## **8 REFERÊNCIAS**

- INSTITUTO DE PLANEJAMENTO URBANO DE FLORIANÓPOLIS (1998) Florianópolis: **Plano Diretor do Distrito Sede**. Florianópolis: IPUF.
- LAMBERTS, R.; GHISI, E.; ABREU, A. L. P.; CARLO, J. (2005) **Desempenho Térmico de Edificações**. Florianópolis: LabEEE, p.43, 90pgs.
- LEDER, S. M. (2007) **Ocupação urbana e luz natural: proposta de parâmetro de controle da obstrução do céu para garantia da disponibilidade de luz natural**. Florianópolis: UFSC.
- MASCARÓ, J. L. (1997) **Manual de Loteamentos e Urbanização**. 2 ed. Porto Alegre: Sagra Luzzatto.
- MASCARÓ, L. (1996) **Ambiência Urbana**. Porto Alegre: SAGRA.
- PEREIRA, F. O. R.; PEREIRA, A. T. C. (1995) **Envelope Solar: um exercício teórico ou uma proposição viável?** Gramado, jul. 1995, III Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído.
- PEREIRA, F. O. R.; SILVA, C. A. N.; TURKIENICZ, B (2001) **A methodology for sunlight urban planning: a computer based solar and sky vault obstruction analysis**. *Solar Energy*, Great Britain, jan. 2001, p.217-226.
- SIMMLAB, FAU/UFRGS Manual **CityZoom** 14.3. Porto Alegre.
- SPIRN, A. W. (1995) **O Jardim de Granito: A Natureza no Desenho da Cidade**. Tradução de Paulo Renato Mesquita Pellegrino. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.

## **9 AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao Programa de Educação Tutorial Arquitetura e Urbanismo (PET/Arq) da Universidade Federal de Santa Catarina, pela oportunidade de desenvolver a pesquisa, bem como toda a infra-estrutura oferecida. Agradece também ao SimmLab da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela autorização para utilizar o software CityZoom neste trabalho.