

FATOR DE VISÃO DO CÉU E ILHAS DE CALOR: GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO CONFORTO URBANO

Carlos RIBEIRO (1); Cícero FÍDELIS (2); Homero CARVALHO

(1) CEFET-PB, Av. 1 de Maio, 720-Jaguaribe, (83) 3208-3057, e-mail: carlosribeiro_jp@hotmail.com

(2) CEFET-PB, e-mail: cic_net@hotmail.com

(3) CEFET-PB, e-mail: homerojmc@hotmail.com

RESUMO

O Geoprocessamento tem se mostrado uma tecnologia transdisciplinar, atuando em diversas áreas do conhecimento e da atividade humana, mas talvez seja no campo do planejamento e da gestão urbana onde as geotecnologias têm sido empregadas com maior intensidade e frequência. Neste artigo, o geoprocessamento dá suporte ao estudo do uso e ocupação do solo através da análise das relações entre o fator de visão do céu (FVC) e a formação de ilhas de calor, tendo como estudo de caso os bairros de Tambaú e Cabo Branco, na cidade de João Pessoa - PB. Para isso, foi desenvolvido um sistema de informações geográficas (SIG) no *software ArcGis*, que gerou um mapa temático em 3D com informações sobre o uso e a ocupação do solo dos bairros estudados, a partir do qual foram selecionados 40 pontos representativos da área. Para cada ponto foi calculado o fator de visão do céu, utilizando-se a extensão denominada *3DSkyView*, desenvolvida para o *software ArcView*. Em seguida, foram realizadas medições de temperatura do ar às 14h e às 20h do dia 14/04/2008, cujos registros foram acrescentados ao SIG. A partir do SIG foram gerados os mapas de fator de visão do céu e de temperatura do ar, ambos em 3D, possibilitando a observação de possíveis correlações entre o FVC e a formação da ilha de calor.

Palavras-chave: fator de visão do céu, ilhas de calor, geoprocessamento, *3DSkyView*.

1. INTRODUÇÃO

Um dos aspectos estudados no campo da climatologia urbana, especialmente quando se trata do fenômeno ilha de calor urbana, é a relação entre a largura da rua e a altura dos edifícios que a delimitam. Essa relação dá origem ao fator de visão de céu – FVC (*sky view factor*), que indica o quanto de céu se pode ver a partir de um ponto situado no centro da rua à altura de seu piso. Segundo os autores que adotam esse parâmetro na análise da ilha de calor (Oke, 1978; Sakamoto, 2001; entre outros), quanto menor o fator de visão do céu (maior obstrução da visão do céu), maior será a dificuldade de o ambiente dispersar energia térmica armazenada para a atmosfera. Isso porque as edificações interferem diretamente na quantidade de radiação solar que atinge a superfície urbana. O adensamento por edificações, a sua verticalização e o pequeno espaço entre elas podem apresentar problemas como a impossibilidade da renovação do ar, o sombreamento das edificações, o armazenamento de calor, levando ao desenvolvimento de ilhas de calor.



Figura 1 – Imagem do fator de visão do céu utilizando uma máquina fotográfica comum lente olho de peixe.
Fonte: Santos (2004)

Sobre isso Souza & Prostigo (2007) acrescentam que “as edificações, com suas superfícies, funcionam como um espaço de armazenamento de calor, aumentando a temperatura do ar de seu entorno”. Segundo Oliveira (1988) “os componentes da massa edificada atuam como horizontes ‘fabricados’ que modificam a duração da exposição do sol desses espaços pela justaposição dos edifícios, os quais mascaram o sol em determinados períodos do dia ou do ano, provocando sombreamento no solo, sobre si mesmo, ou em outros edifícios”.

Sakamoto (1994), em estudo realizado na cidade de São Paulo, verificou que a configuração do céu e a temperatura do ar apresentaram relações evidentes, porém não lineares e constantes ao longo do tempo. Onde o fator de visão do céu era maior (Jardins), a temperatura do ar era mais elevada do que nos lugares onde o fator de visão do céu era menor (Centro) durante o dia, invertendo-se à noite. Entretanto, essa relação não pôde ser identificada nas várzeas dos Rios Tietê e Pinheiros, possivelmente pela interferência mais significativa de outras variáveis, como a umidade relativa do ar e o fluxo mais intenso de veículos.

A autora chama a atenção para o fato de que as diferenças de temperatura podem criar deslocamentos de ar e a interação entre o vento e a temperatura pode desempenhar papel relevante em determinados horários, diminuindo a importância da configuração do céu.

Assis (2000) verificou em Belo Horizonte que nos *canyons* urbanos com uma obstrução de até 15% não havia um aumento relevante da capacidade do recinto urbano reter calor, enquanto que, quando essa obstrução aumentava para 40%, havia uma persistência do efeito de sobreaquecimento nos recintos mais verticalizados até por volta das 9 horas da manhã, demonstrando que tal efeito se revela com mais intensidade à noite. Com base nesse estudo a autora chegou a sugerir uma altura de 8 a 9 pavimentos para as ruas com cerca de 30 metros de largura frontal entre os prédios, característica comum da malha urbana de Belo Horizonte.

Apesar da importância do FVC na capacidade do ambiente em dispersar a radiação térmica acumulada, os estudos realizados até o momento, principalmente em locais de clima quente, é que o fator de visão do céu exerce importância, também, no ganho de radiação solar direta, que, por conseguinte, influenciará não apenas a ilha de calor noturna, mas a diurna, chamada por alguns autores de *stress* térmico diurno.

Entretanto, nenhum desses estudos levou em consideração a orientação das ruas ao tratar do fator de visão do céu, de maneira que uma rua orientada no eixo leste-oste poderá ter a mesma capacidade de dispersão da

radiação solar que uma rua orientada perpendicularmente, porém, estará exposta à radiação solar direta por uma maior quantidade de horas, podendo ser essa condição significativa para a formação da ilha de calor.

Bittencourt (2006), em Recife-PE observou as trocas térmicas entre edifícios vizinhos e constatou que as condições de temperatura do ar e das superfícies das fachadas de um edifício podem estar condicionadas às variações de temperatura e de exposição às radiações na fachada do edifício vizinho, dependendo aí da sua orientação, da distância entre essas fachadas e da cor das suas superfícies.

Buscando investigar essa questão, Santos (2007) calculou a quantidade de radiação incidente em diversas orientações de fachada para a cidade de João Pessoa, determinou fatores de visão do céu ideais, que serviram de referência para a avaliação do desempenho dos padrões atuais de ocupação do solo da Orla Marítima de João Pessoa, de uma possível ocupação máxima prevista na legislação urbana local e em outros modelos de adensamento definidos por Peregrino (2005). Além de constatar a inadequação dos padrões atuais e previstos na legislação, os resultados obtidos pela autora sugerem que, do ponto de vista da radiação solar e da ventilação intra-urbana, sejam adotados ângulos de obstrução entre 65° e 70° para as fachadas Norte, Leste, Sudeste, Sul, Oeste e Noroeste, e entre 60° e 65° para as fachadas Nordeste, e Sudoeste. A definição desses ângulos sugere, para o caso da área estudada, que as edificações devam altura em torno de 17 pavimentos e com recuos maiores do que os definidos na legislação vigente.

Para se evitar problemas relacionados a esse fator, se faz necessário um planejamento urbano pautado nas condições climáticas locais, estando aí compreendidas todas as suas variações temporais, que propicie melhores condições higrotérmicas, olfativas e respiratórias para a população, a preservação da paisagem e de acidentes geográficos importantes. Que possa contribuir na elaboração de planos energéticos eficientes, especialmente no que tange ao consumo energético de sistemas de condicionamento térmico em edifícios.

Para que isto seja possível é necessária uma plataforma de informações sobre as relações existentes entre a cidade e o clima que subsidiem o planejamento urbano, possibilitando a concepção de estratégias de ação. Neste sentido, as geotecnologias têm se apresentado como ferramentas importantes e eficazes na organização de banco de dados, na geração e na gestão de informações de parâmetros ambientais e urbanísticos, através dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são geotecnologias que possibilitam a consulta e a análise rápida de informações, a aceleração dos procedimentos de cálculos e o auxílio na tomada de decisões. Essa potencialidade favorece os estudos sobre a complexidade dos problemas e da qualidade de vida nas cidades.

A integração entre ferramentas voltadas para o Geoprocessamento e Planejamento Urbano possibilitou que a rotina convencional - onde o índice de FVC é calculado através de uma câmera fotográfica com lente especial (olho de peixe) voltada para a verticalmente para o céu - fosse substituída por uma rotina automatizada que permite o calculo do delineamento dos limites das construções e o céu visível. Essa ferramenta foi implantada em um ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas), mais precisamente no *software* ArcView 3.2 como uma extensão denominada *3DSkyView* (SOUZA, RODRIGUES & MENDES, 2003) e permite simular para vários observadores simultaneamente, além de analisar com antecedência o impacto de um empreendimento antes de ser construído. Um exemplo dessa aplicação pode ser visto na Figura 2.

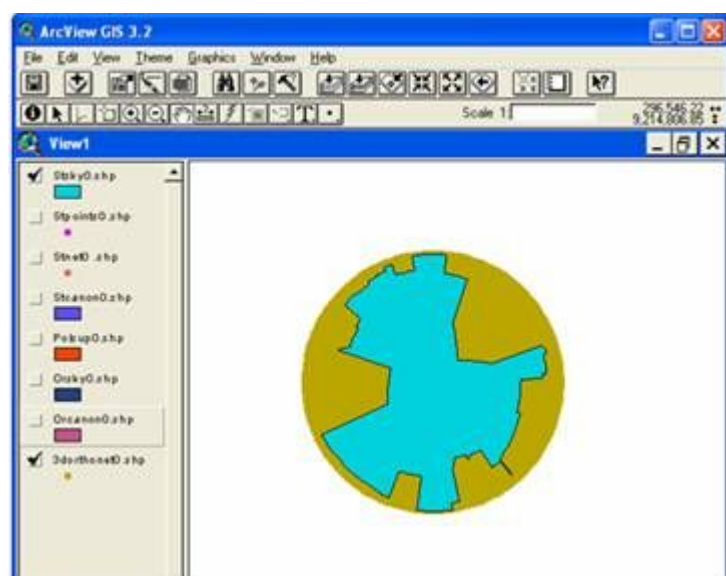


Figura 2 – Representações do FVC obtido pela extensão 3DSkyView na área de estudo.

Neste trabalho, essa ferramenta será aplicada através de um SIG desenvolvido para os bairros de Tambaú e Cabo Branco, dando continuidade aos trabalhos realizados anteriormente nesta área, já citados nesta introdução. Este SIG deverá possibilitar a realização de um estudo sobre a relação entre o fator de visão do céu e a temperatura do ar em situações diversas de tempo (climatológico). Como teste de aplicação, tomaram-se os dados de temperatura do ar medidos no dia 14 de abril de 2008, às 14h e às 19h.

2. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo esta localizada na cidade de João Pessoa, capital do Estado da Paraíba, se tem observado uma maior preocupação do Poder Público com a ocupação da porção da cidade denominada Orla Marítima, local onde o adensamento construtivo e populacional está sendo mais acentuado movido pelo crescimento das atividades turísticas e da especulação imobiliária. Esta área é, inclusive, objeto da Constituição do Estado da Paraíba (Art. 229), que norteia a Lei Orgânica (Art. 175) e o Plano Diretor de João Pessoa (Art. 25). Essa legislação prevê restrições, para uma porção da Orla Marítima (extensiva a todo o litoral paraibano), relacionadas ao controle do gabarito em altura dos edifícios. Essa porção corresponde a uma faixa linear de 500m medidos a partir da preamar de sizígia em direção ao interior do continente, onde o gabarito é escalonado, iniciando-se a 12,90m na primeira linha de lotes, à beira-mar, e estendendo-se até aproximadamente 35m na última linha.

Os bairros de Tambaú e Cabo Branco, observados neste estudo, têm a maior parte de suas áreas condicionadas a esta legislação. Embora se perceba um acelerado processo de verticalização das edificações, a ocupação existente nesses bairros ainda está aquém do previsto, predominando um maior número de edificações com um ou dois pavimentos. As maiores edificações, como previsto, estão situadas na porção oeste da área, principalmente fora da área de restrição quanto ao gabarito em altura. A área de estudo esta limitada ao sul pela Av. Mons. Odilon Coutinho, ao norte pela R. Helena Meira Lima, ao leste pelo Oceano Atlântico e a oeste o Rio Jaguaribe. (Figura 3).

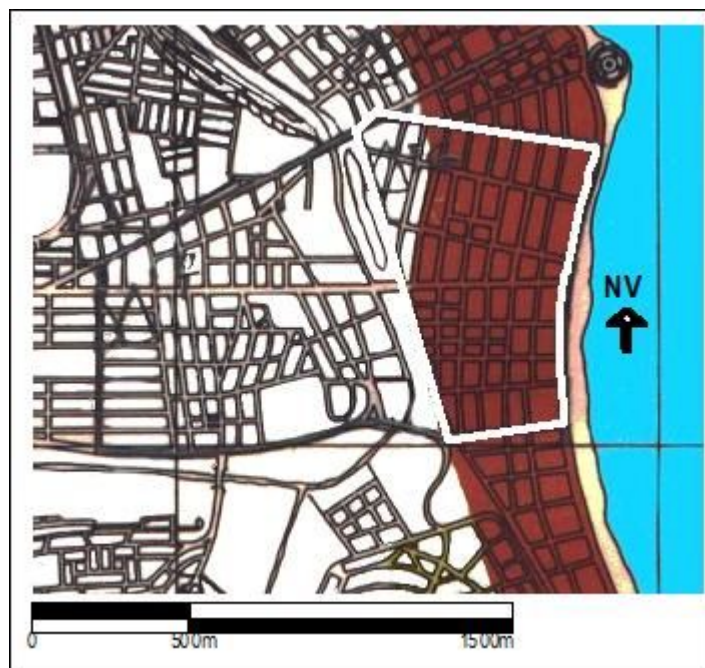


Figura 3 - A faixa escura indica a delimitação da orla marítima com controle de gabarito.

Fonte: Adaptada do Plano Diretor de João Pessoa (1992).

3. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desse estudo se iniciou com a seleção de 40 pontos distantes cerca de 250m uns dos outros, posicionados, no meio de cada segmento de rua (entre uma esquina e outra), no meio fio, evitando-se

a proximidade de obstáculos verticais, como muros, bancas de revista etc. Para tanto, foi utilizado o mapa de gabarito em altura das edificações da área estudada, elaborado por Carvalho (2006).

Em seguida, foram realizadas medições de temperatura e umidade relativa do ar em cada ponto, através da técnica de transecto móvel (a pé). Foram utilizadas três estações, uma composta por sensores de temperatura e umidade relativa do ar e velocidade e direção do vento, posicionada em um ponto de referência situado à beira-mar, precisamente no busto de Tamandaré. As outras duas eram dotadas de um termohigrometro com *datalogger*, com sensores de temperatura e umidade relativa do ar, instalados em um mastro de alumínio e protegidos por uma caixa plástica com aletas que as protegiam da incidência da radiação solar e, ao mesmo tempo, permitiam o contato do aparelho com o ar. Os aparelhos foram programados para medir e registrar os dados a cada minuto, e ficaram situados a 1,50m de altura do piso.

As medições ocorreram no dia 14/04/2008, das 14h às 15h30 e das 19h30 às 21h. Assim, os pontos foram divididos em dois grupos, tendo as medições iniciadas em um ponto comum, situado no cento da área de estudo, na Av. Epitácio Pessoa. Em cada ponto o pesquisador permaneceu por cerca de dois minutos, necessários à estabilização do equipamento e ao registro dos dados.

Os dados medidos nos diversos pontos foram ajustados para corrigir possíveis variações das variáveis climáticas ao longo do intervalo de medição. Para esse ajuste foi utilizado o procedimento matemático desenvolvido por Gonçalves de Souza & Assis (2007), que corresponde a uma correlação não linear entre os valores medidos e o perfil de temperatura apresentado pela estação situada no Busto de Tamandaré.

Após a medição passou-se à elaboração do arquivo *shapefile* no *software* de SIG. Inicialmente se fez a atualização e a adaptação do mapa de gabarito em altura das edificações da área elaborado por Carvalho (2006) no *software* AutoCad, transformando todas as entidades em polígonos para posterior exportação para o ArcGIS. No SIG, os atributos referentes à elevação foram associados a cada polígono, utilizando a técnica de congelamento de *Layers* (Figura 4).

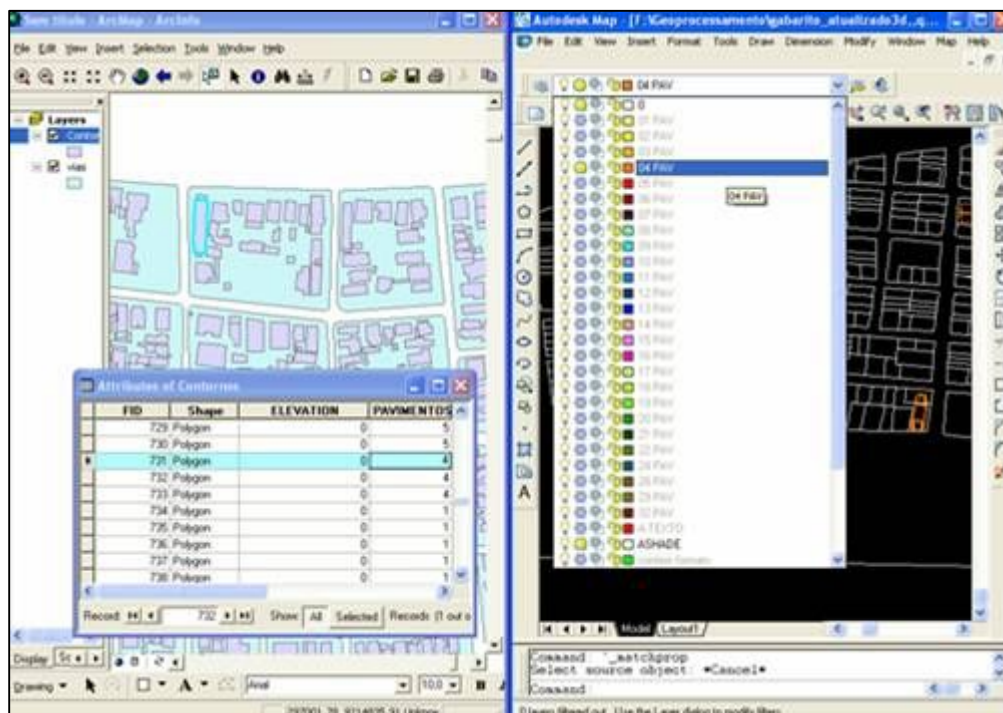


Figura 4 – Imagem da visualização dos layers no AutoCAD

Para o cálculo do FVC utilizou-se a extensão desenvolvida por Souza, Rodrigues & Mendes (2003), denominada *3DSkyView*, que permite a obtenção automatizada do Fator de Visão do Céu através do delineamento entre o céu visível e os limites das edificações. A extensão desenvolvida para o *software* ArcView, exige que a extensão *3D Analyst* esteja acionada. Como pode ser observado na Figura 5, através da interface com o usuário, para que o processo de simulação seja iniciado a extensão exige ainda que os elementos urbanos estejam representados por polígonos e que as informações referentes ao observador e sobre os polígonos. As informações quanto ao observador e às edificações requerem a identificação através

dos atributos descritos numa tabela (Figuras 6 e 7). Neste caso, o observador foi situado no centro da rua e ao nível do solo, correspondendo, aproximadamente, aos pontos onde foram feitas medições microclimáticas.

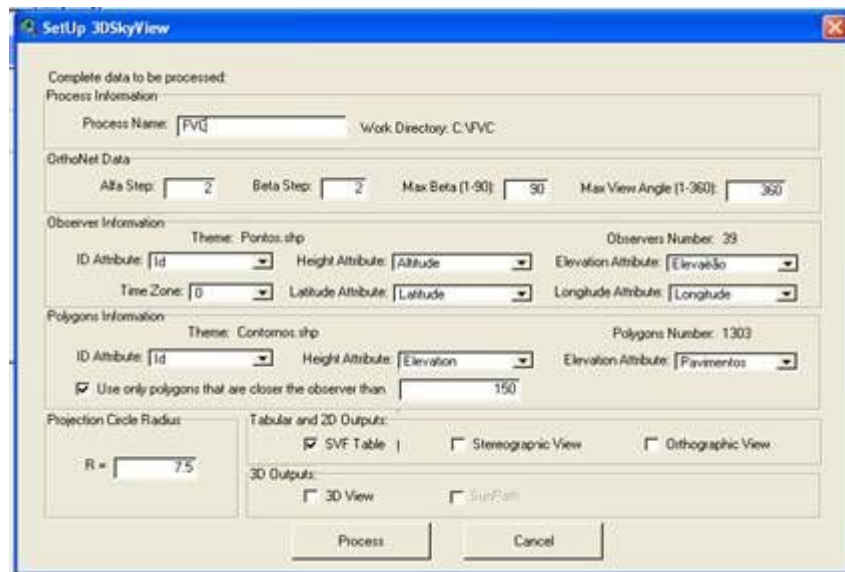


Figura 5 – Visualização da interface do 3DSkyView

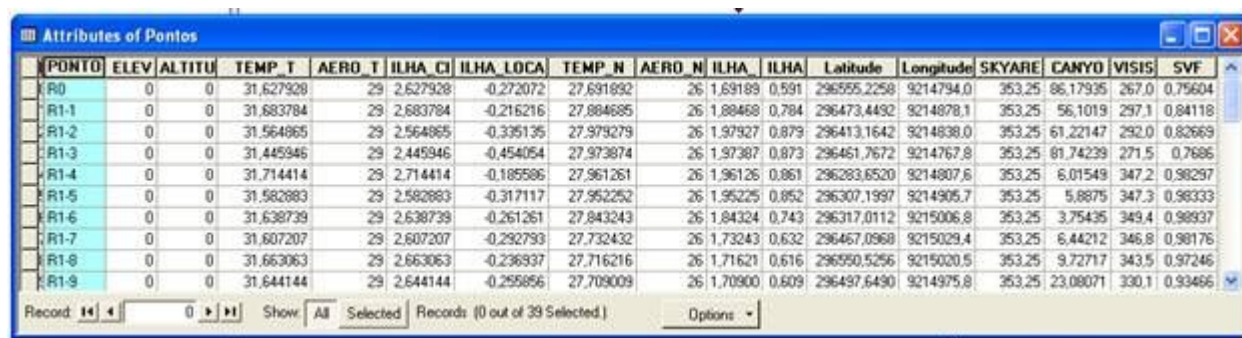
DID	OBSID	SKYAREA	CANYONAREA	VISISKY	SVF
0	0	353.25	86.17935	267.07065	0.75604
1	1	353.25	56.1019	297.1481	0.84118
2	2	353.25	61.22147	292.02853	0.82669
3	3	353.25	81.74239	271.50761	0.7686
4	4	353.25	6.01549	347.23451	0.98297
5	5	353.25	5.8875	347.3625	0.98333
6	6	353.25	3.75435	349.49565	0.98937
7	7	353.25	6.44212	346.80788	0.98176
8	8	353.25	9.72717	343.52283	0.97246
9	9	353.25	23.08071	330.16929	0.93466

Figura 6 – Visualização da tabela gerada pela 3DSkyView



Figura 7 – Visualização dos polígonos representativos das edificações, gerados pela extensão 3DSkyView

Após a simulação, a extensão 3DSkyView apresentou e gerou os resultados em uma tabela (Figura 6), além dos polígonos representados na Figura 7. Esses dados foram cruzados e agrupados por *Joins* e enriquecidos com os dados de temperatura do ar, criando-se um banco de dados em um ambiente SIG (Figura 8). Utilizando o potencial do SIG ArcGis, esse banco de dados possibilitou que fossem criados mapas temáticos através da interpolação e a criação de mapas em 3 dimensões, utilizando para isso, a extensão *ArcScene*.



PONTO	ELEV	ALTITU	TEMP T	AERO T	ILHA C	ILHA LOCA	TEMP N	AERO N	ILHA	ILHA	Latitude	Longitude	SKYARE	CANYO	VISIS	SVF
R0	0	0	31,627928	29	2,627928	-0,272072	27,691892	26	1,69189	0,591	296555,2258	9214794,0	353,25	86,17935	267,0	0,75604
R1-1	0	0	31,683784	29	2,683784	-0,216216	27,884685	26	1,88468	0,784	296473,4432	9214878,1	353,25	56,1019	297,1	0,84118
R1-2	0	0	31,564865	29	2,564865	-0,335135	27,979279	26	1,97927	0,879	296413,1642	9214838,0	353,25	61,22147	292,0	0,82669
R1-3	0	0	31,445946	29	2,445946	-0,454054	27,973874	26	1,97387	0,873	296461,7672	9214767,8	353,25	81,74239	271,5	0,7686
R1-4	0	0	31,714414	29	2,714414	-0,185586	27,961261	26	1,96126	0,861	296283,6520	9214807,6	353,25	6,01549	347,2	0,98297
R1-5	0	0	31,582883	29	2,582883	-0,317117	27,952252	26	1,95225	0,852	296307,1997	9214905,7	353,25	5,8875	347,3	0,98333
R1-6	0	0	31,638739	29	2,638739	-0,261261	27,843243	26	1,84324	0,743	296317,0112	9215006,8	353,25	3,75435	349,4	0,98937
R1-7	0	0	31,607207	29	2,607207	-0,292793	27,732432	26	1,73243	0,632	296467,0968	9215029,4	353,25	6,44212	346,8	0,98176
R1-8	0	0	31,663063	29	2,663063	-0,236937	27,716216	26	1,71621	0,616	296550,5256	9215000,5	353,25	9,72717	343,5	0,97246
R1-9	0	0	31,644144	29	2,644144	-0,255856	27,709009	26	1,70900	0,609	296497,6490	9214975,8	353,25	23,08071	330,1	0,93456

Figura 8 – Visualização do banco de dados (Join)

O processo de interpolação foi gerado através das coordenadas X, Y e Z, sendo a variável Z que se deseja interpolar, neste caso, o FVC e as temperaturas do ar (noturna e diurna). O interpolador escolhido em ambos os casos foi o *Spline*, do *software ArcGis*, que segundo a ESRI, produtora do SIG, “pode ser o melhor método, por representar variadas superfícies de fenômenos como a temperatura”.

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

A partir do tratamento dos dados de FVC e da temperatura do ar no ambiente SIG, foram elaborados mapas temáticos em três dimensões, referentes ao comportamento dessas duas variáveis na área de estudo. A interpolação dos dados referentes a cada um dos 40 pontos observados gerou um conjunto de áreas representativas de diferentes faixas de valores relacionados às variáveis consideradas, distinguidas por cores. O uso desses mapas facilita a comparação entre a temperatura do ar e o fator de visão do céu, mostrando possíveis correlações entre essas duas variáveis.

Embora se tenham obtido dados de temperatura do ar com pouca variação (até 0,5°C) na aplicação-teste realizada no dia 14 de abril de 2008, - pois o tempo esteve inconstante ao longo do dia, com muita nebulosidade e algumas precipitações - foi possível perceber alguns indícios de que a verticalização da área estudada tem provocado uma certa piora na condição térmica do ambiente.

Comparando-se o mapa da temperatura do ar, à tarde, com o de FVC (Figuras 9 e 10), percebe-se que há uma leve tendência à temperatura do ar permanecer mais quente nas regiões com maior fator de visão do céu, ou seja, naquelas mais expostas à radiação solar direta, principalmente na porção leste dos dois bairros.

O fato da porção oeste do bairro de Tambaú ter ficado mais quente do que a mesma porção no bairro de Cabo Branco pode estar relacionada à orientação das edificações em relação à incidência da radiação solar, visto que os edifícios de Tambaú estavam, no período de medição, com duas fachadas (oeste e sul) mais expostas do que as dos edifícios do Cabo Branco, que tinha a fachada oeste mais exposta. Essa hipótese deverá ser verificada em estudos posteriores.

À noite, o comportamento térmico se inverte um pouco, com a tendência das porções com menor fator de visão do céu permanecerem mais quentes, confirmando a teoria de que a maior obstrução do céu dificulta a dispersão do calor acumulado pelas edificações durante o dia.

No entanto, os resultados revelam que no dia das medições outros atributos da morfologia urbana tenham exercido maior influência sobre a temperatura do ar do que o FVC, a exemplo das cores da superfície (absortividade) e da cobertura vegetal, ou mesmo as condições de ventilação (velocidade e direção), que podem ser reveladas numa investigação mais apurada desses fatores.

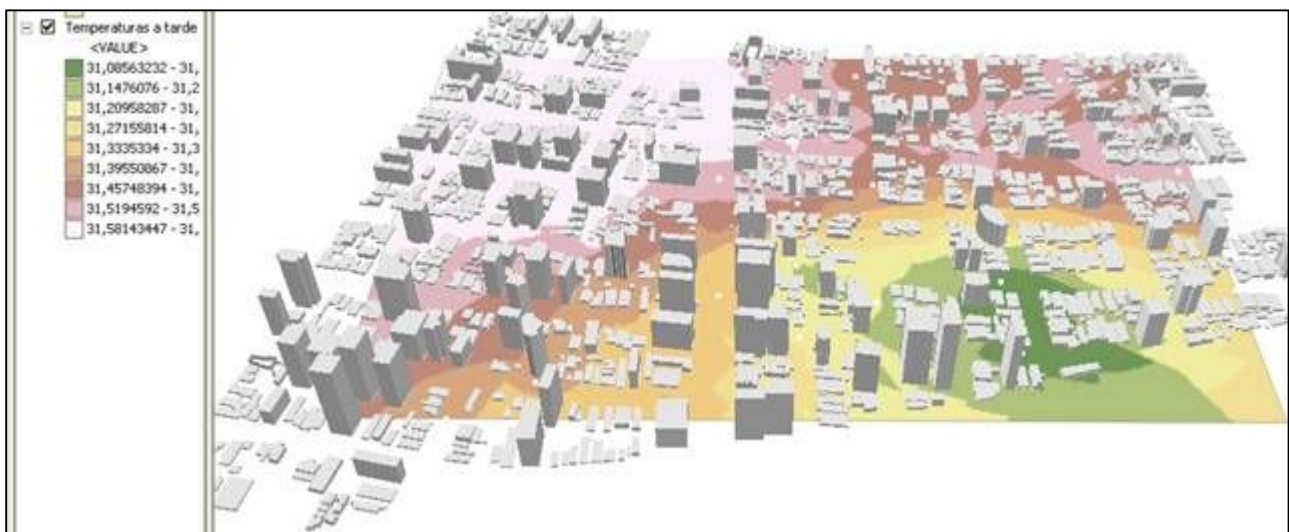


Figura 9 – Representação das temperaturas da superfície às 14h e dia 14/04/2008.

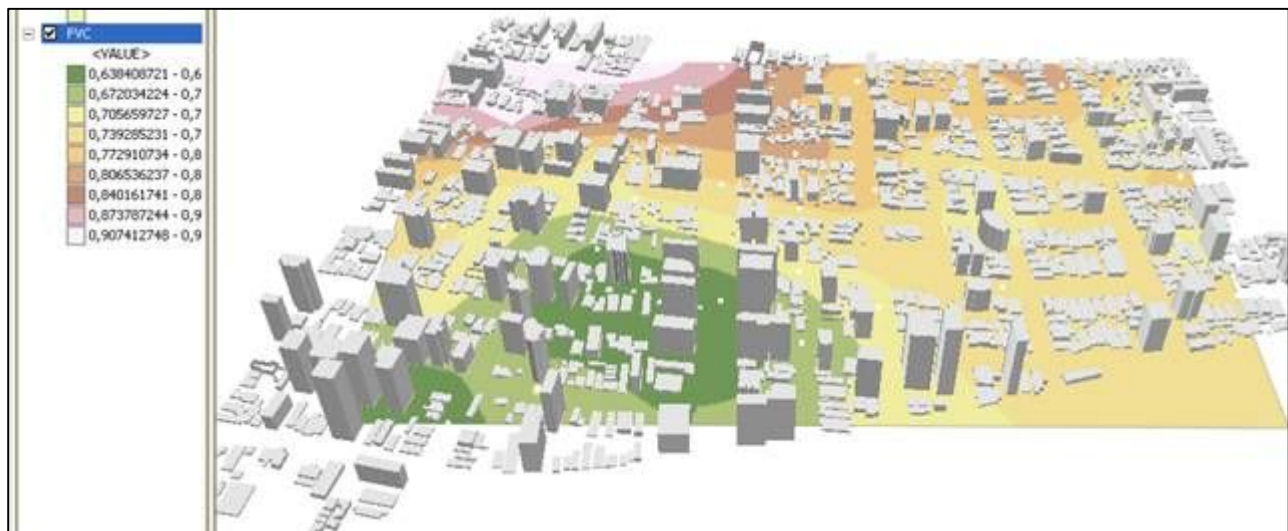


Figura 10 – Representação do FVC na área de estudo.

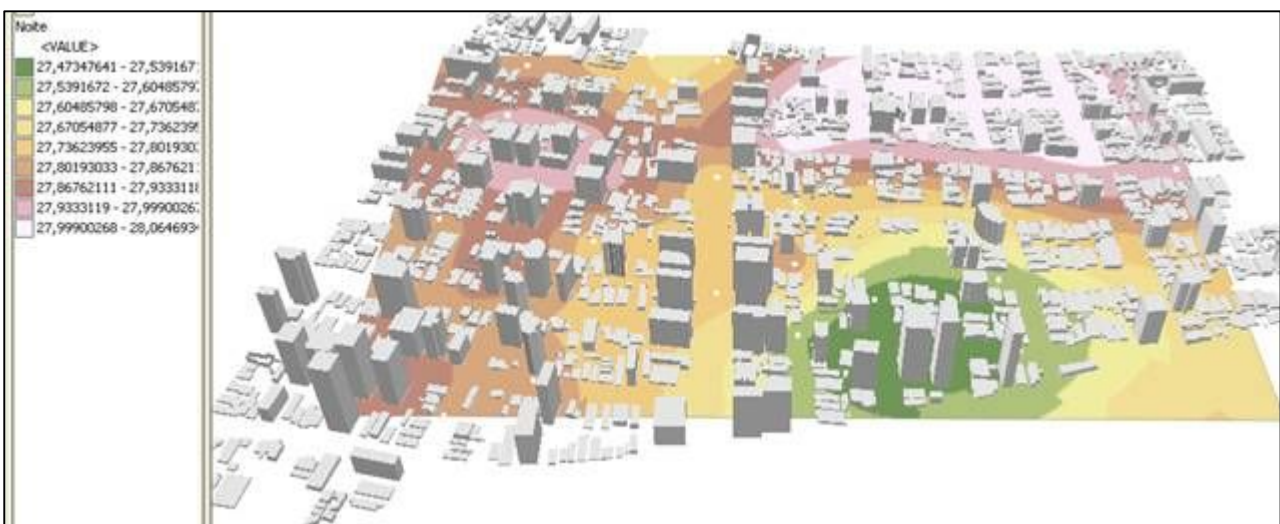


Figura 11 - Representação das temperaturas da superfície às 20h do dia 14/04/2008.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora os dados de temperatura medidos não tenham apresentado grandes variações, portanto, insuficientes para se mostrarem representativos do clima local, pelas circunstâncias do tempo climatológico no dia da medição, o uso dos programas de SIG *ArcGIS*, *ArcView* e a extensão *3DSkyView* promoveram agilidade no processamento dos dados, especialmente no cálculo do fator de visão do céu, antes feito através de técnicas gráficas trabalhosas. Facilitou, ainda, a leitura e interpretação dos dados, principalmente devido à representação em três dimensões, contribuindo para a análise teórica do fenômeno.

Uma vez elaborado o SIG, outras medições poderão ser realizadas de maneira mais sistemática e em períodos mais representativos do clima de João Pessoa. Também será possível acrescentar ao SIG outras variáveis igualmente importantes no condicionamento do clima urbano, como as atividades, taxa de ocupação, índice de aproveitamento, densidade construída, pavimento das ruas, entre outras, possibilitando um diagnóstico mais preciso sobre a interferência do modelo de urbanização da Orla Marítima no Clima.

6. REFERÊNCIAS

ASSIS, Eleonora Sad de. **Impactos da forma urbana na mudança climática; método para previsão do comportamento térmico e melhoria de desempenho do ambiente urbano**. São Paulo: FAUUSP, 2000. (Tese, Doutorado em Arquitetura e Urbanismo).

BITTENCOURT, Sérgio Motta. **Interação térmica entre edifícios inseridos na malha urbana verticalizada do bairro de Boa Viagem na cidade do Recife – PE**. João Pessoa: UFPB, 2006. (Dissertação, Mestrado em Engenharia Urbana).

BRANDÃO, Ana Maria P. M. **O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro**. São Paulo: FFLCH/USP, 1996. (Tese, Doutorado em Geografia).

CARVALHO, Homero Jorge Matos de. **Metodologia para a análise das interações entre a forma urbana e o clima: aplicação a uma cidade brasileira de clima litorâneo com baixa latitude**. Rio de Janeiro: PROURB/FAU/URFJ, 2006. (Tese, Doutorado em Urbanismo).

Constituição Estadual da Paraíba. Capítulo IV – Da proteção do meio ambiente e do solo, Art. 229. Promulgada em 1989.

ESRI, **Interpolation Surfaces**, by Colin Childs, ESRI Education Serves disponível em:
<<http://www.esri.com/news/arcuser/0704/files/interpolating.pdf>>

FERRAZ, Aline Paiva Montenegro. **Estudo da repercussão das variáveis climáticas decorrentes da ocupação do solo em intermares**. João Pessoa: PRODEMA/UFPB, 2003. (Dissertação, Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente).

OKE, T. R. **Boundary layer climates**. London: Methuen, 1978.

PEREGRINO, P. **Inter-relações existentes entre os escoamentos de ventos e os padrões de ocupação do solo nos bairros do Cabo Branco e Tambaú/João Pessoa – PB**. João Pessoa: UFPB, 2005. (Dissertação, Mestrado em Engenharia Urbana).

PLANO DIRETOR DE JOÃO PESSOA. Prefeitura Municipal de João Pessoa, 1992.

POSTIGO, C.P.; SOUZA, L. C. L. **Ambiente térmico urbano: verticalização, acesso solar e formação de ilhas de calor**. In: IV ENCONTRO NACIONAL E V LATINO AMERICANO DE CONFORTA AMBIENTAL CONSTRUÍDO, 2007, Ouro Preto.

QUEIROGA, Silvana C. C. de. **Verificação da eficiência do dimensionamento de aberturas para a ventilação natural nos bairros do Cabo Branco e Tambaú - João Pessoa/PB**. João Pessoa: UFPB, 2005. (Dissertação, Mestrado em Engenharia Urbana).

SAKAMOTO, Luiza L. S. **Relações entre a temperatura do ar e a configuração do céu na área central da metrópole paulistana: análise de dois episódios diários**. São Paulo: FFLCH/USP, 1994. (Dissertação, Mestrado em Geografia).

_____. *Os microclimas e a “configuração do céu” na área central*. In: TARIFA, José Roberto; AZEVEDO, Tarik Rezende. *Os climas na cidade de São Paulo*; teoria e prática. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2001. Cap. 11, p. 165-187.

SANTOS, Janine Holmes dos. **Determinação e verificação de ângulos de céu decorrentes dos padrões de ocupação do solo nos bairros de Cabo Branco e Tambaú / João Pessoa – PB**. João Pessoa: UFPB, 2007. (Dissertação, Mestrado em Engenharia Urbana).

SANTOS, R.M. **Morfologia urbana e conforto térmico**. Disponível em:
<http://www.usp.br/fau/docentes/deprojeto/c_deak/AUP823/6t-alun/2004/santos/index.html> Acesso em:
Abr. 2008.

SILVA, Francisco A. G.. **O vento como ferramenta no desenho do ambiente construído; uma aplicação ao Nordeste do Brasil**. São Paulo: FAUUSP, 1999. (Tese, Doutorado em Arquitetura).

SOUZA E SILVA, C. A. de. **Critérios para aquisição e análise de dados bioclimáticos urbanos em espaços abertos visando o conforto ambiental**. Rio de Janeiro: PROURB/ FAU/UFRJ, 2003. (Dissertação, Mestrado em Urbanismo).

SOUZA, José G. de; Assis, Eleonora Sad de. Ajuste de dados representativos de temperatura em medições móveis em áreas urbanas. In: IV ENCONTRO NACIONAL E V LATINO AMERICANO DE CONFORTA AMBIENTAL CONSTRUÍDO, 2007, Ouro Preto.

SOUZA, L. C. L.; RODRIGUES, D. S.; MENDES, J. F. J. **Expandindo um SIG-3D aplicado em conforto ambiental em nível urbano**. In: ENCAC-COTEDI, 2003, Curitiba.