



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

**ENTAC 2010**

XIII Encontro Nacional de Tecnologia  
do Ambiente Construído

## **ESTUDO DAS CONDIÇÕES DE CONFORTO TÉRMICO EM CENTRO URBANO ATRAVÉS DE SIMULAÇÃO EM MESOESCALA.**

**Érica Vendramini Silva (1); Letícia Maria de Araújo Zambrano (2); Eduardo Breviglieri Pereira de Castro (3).**

(1) Mestranda no curso de Ambiente Construído – Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil – e-mail:ericavendramini@yahoo.com.br

(2) Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil - e-mail: zambranoleticia@gmail.com

(3) Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído – Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil – e-mail: eduardo.castro@ufjf.edu.br

### **RESUMO**

Sabe-se que o espaço urbano apresenta grande influência na condição climática local, pois modifica o comportamento das variáveis ambientais. Por isso, estudos que avaliem os aspectos envolvidos na qualidade térmica urbana são importantes para uma melhor compreensão da dinâmica espacial das cidades. Uma pesquisa deste tipo pode ser realizada através de simulações computacionais em que se considera o comportamento das variáveis térmicas numa escala compatível com o espaço urbano, ou seja, em mesoescala. Nestes casos, a metodologia utilizada geralmente consiste em realizar diversas simulações com variações nos parâmetros construtivos da área de uma cidade, para se analisar o comportamento dos ventos, da temperatura e da insolação resultante para cada situação. Neste artigo, inicialmente discute-se a exequibilidade do uso de ferramentas de simulação para o estudo da qualidade de conforto térmico em centros urbanos, foram utilizados os programas computacionais SketchUp (GOOGLE, 2009), CityZoom (GRAZZIOTIN, 2009) e ENVI-met® (BRUSE, 2008). Uma região central da cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais, foi escolhida e é avaliada através deste procedimento metodológico com o objetivo principal de confrontar índices resultantes de simulações computacionais de modo a se verificar a influência de uma configuração urbana nas condições de temperatura e ventilação do espaço edificado. Em seguida, são apresentados os resultados de uma análise comparativa de simulações realizadas, em que se verifica quais configurações espaciais implicam em índices mais aceitáveis quanto ao maior aproveitamento da ventilação natural, insolação e fator de céu visível (FCV) para a obtenção de conforto térmico. Finalmente, conclui-se o trabalho com uma discussão sobre a importância deste tipo de estudo, ressaltando-se o fato de que através de simulações obtém-se maior clareza no entendimento dos aspectos que afetam o conforto ambiental e as relações e proporções a serem trabalhadas nas diversas etapas de um projeto urbano em que se deseje considerar uma abordagem bioclimática.

Palavras-chave: simulação térmica; conforto urbano; legislação urbana.

## **1 INTRODUÇÃO**

Atualmente, é consenso geral que o crescimento acelerado dos centros urbanos faz decair a qualidade de vida de seus habitantes e aumentar os problemas sociais e ambientais. A configuração urbana que pode surgir quando não são feitos os devidos estudos da ocupação destes centros gera problemas quanto à eficiência da ventilação, concentração de poluentes, redução das condições de iluminação natural, de insolação dos recintos habitados e um aumento do consumo de energia (COMISSÃO, 1991). Além disso, sabe-se que alterações no clima urbano estão diretamente relacionadas com aspectos como o tamanho das cidades, a densidade da área construída, a cobertura do solo, a altura dos edifícios, a orientação e largura das vias, a divisão dos lotes e a existência e distribuição dos corpos d'água e áreas verdes, ou seja, parâmetros estes definidos pelos Planos Diretores e suas leis complementares (BARBIRATO et al, 2007).

Através de estudos com base em variáveis climáticas é possível, entretanto, simular a configuração resultante de uma cidade a partir dos parâmetros de uso e ocupação do solo que orientam a configuração do espaço urbano e, com base nos resultados da simulação, avaliar se os índices estabelecidos pelo uso e ocupação do solo se adequam aos critérios de qualidade ambiental que se deseja alcançar. A simulação permite uma avaliação dos fatores como densidade de construções, gabaritos máximos, afastamentos, permeabilidade do solo, morfologia e porosidade das edificações, que quando comparadas entre si pelos respectivos modelos simulados, geram características particulares a serem analisadas.

Trabalhos atuais nesta área têm sido feitos com intenções diferenciadas, como a de verificar a interferência da verticalização no comportamento da ventilação natural urbana. Alguns analisam diferentes possibilidades construtivas; outros verificam apenas índices de iluminação e insolação; e há ainda os que utilizam mapas temáticos elaborados por levantamentos in loco, para definir áreas a serem preservadas e melhoradas. As estratégias e recomendações para modelagem deste tipo de problema foram sintetizadas por Baklanov et al (2008).

Neste contexto, na cidade de Juiz de Fora, o então prefeito da cidade enviou em 2007 à Câmara Municipal a Mensagem ao executivo nº 3615 (JUIZ DE FORA, 2007) que discutia a alteração dos parâmetros construtivos da Lei de Uso e Ocupação do Solo da cidade, vigente desde maio de 1986. Após discussões sobre o assunto, percebeu-se a necessidade de se avaliar o impacto causado pela nova proposta e suas influências na configuração urbana. Estes aspectos motivaram este trabalho que teve como objetivo principal confrontar índices resultantes de simulações computacionais, para verificar a influência da conformação urbana sobre algumas variáveis de conforto na cidade de Juiz de Fora. Devido à grande extensão de tópicos que se poderia considerar para a conformação de um ambiente urbano sustentável e confortável, não foi possível abranger todas as possibilidades de simulações e indicadores climáticos necessários para a total abordagem microclimática da área em estudo. Logo, a pesquisa se limitou a abordar as resultantes térmicas influenciáveis pelos parâmetros construtivos legais, mais especificamente, os impactos no conforto urbano como consequência da alteração dos coeficientes de aproveitamento do solo. Para realizar este estudo, utilizou-se, como ferramentas computacionais, os softwares ENVI-MET, CityZoom e SketchUp.

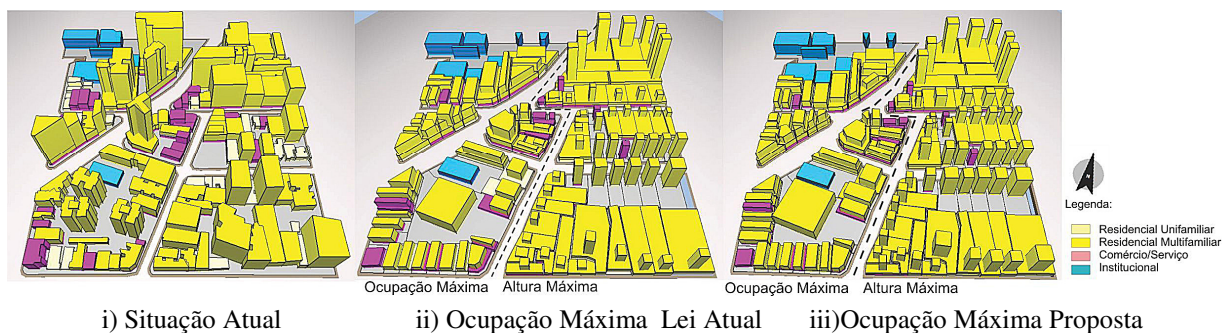
## **2 METODOLOGIA ADOTADA**

Para realização da pesquisa, se escolheu a área da cidade de Juiz de Fora denominada Região de Planejamento Centro, pois segundo a proposta da nova legislação, ali seria permitido menores afastamentos, maiores taxas de ocupação e coeficientes de aproveitamento do solo. Além disso, a região se encontra em uma área limite entre o centro densamente ocupado e um entorno de densidade mediana, apresentando tendência à densificação. O recorte urbano em estudo possui aproximadamente 68.414 m<sup>2</sup>, compreendendo um total de 7 quadras com 125 lotes levantados. Seu uso de solo se dá predominantemente por residências unifamiliares e multifamiliares, sendo a última a mais comum. A figura 1 apresenta uma imagem da área escolhida para simulação.



**Figura 1** - Imagem da Área em estudo. Fonte: Google Earth

Considerando esta região de estudo, três configurações urbanas específicas foram modeladas e simuladas: i) conformação atual da área de estudo; ii) ocupação máxima permitida pela lei atual e; iii) configuração máxima permitida na proposta de alteração lei. Para os dois modelos de máxima ocupação, foram feitas ainda as duas configurações possíveis resultantes da aplicação dos moldes da legislação: a) Ocupação Horizontal Máxima e; b) Altura Máxima permitida. As vistas representadas na figura 2, correspondem às imagens geradas pelo código computacional CityZoom do entorno construído segundo os parâmetros legislativos, para estas três configurações.



A diferença principal entre as configurações máximas da legislação atual e proposta de alteração da Lei se dá nos modelos de ocupação M3 e M3a que sofrem modificação de 1,8 para 2,6 no coeficiente de aproveitamento do solo para o primeiro modelo citado e de 2,2 para 2,8 para o último; para a taxa de ocupação do solo ocorre alteração de 60% para 65% para as torres do modelo M3a. Estas modificações são significativas para o contexto urbano da cidade.

A metodologia adotada baseou-se em simulações computacionais executadas por Envi-Met (térmica, ventilação natural e fator de céu visível), CityZoom (insolação, volumetria e FCV) e SketchUp (volumetria e insolação).

Na fase de pesquisa documental foram consultados acervos de mapas, imagens de satélite, estatísticas, planos, relatórios e projetos urbanísticos da Prefeitura de Juiz de Fora, dados climáticos fornecidos pelo Anuário Estatístico (SPDE, 2008) e pelo Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental – LabCAA (UFJF, 2009). Como referência básica, utilizou-se a planta baixa da Região de Planejamento – CENTRO, adquirida na Secretaria de Planejamento Urbano da Prefeitura de Juiz de Fora e através desta, foi feito um levantamento dos gabaritos atuais da área.

O diagnóstico das legislações em análise, avaliação da topografia, do uso do solo, da altura das edificações, das áreas verdes e do tipo de recobrimento do solo da área foram feitos através da elaboração de mapas temáticos, de acordo com o levantamento realizado in loco.

Posteriormente, foram feitas as simulações para todos os modelamentos 3D executados, referentes às diferentes propostas de uso e ocupação do solo. O propósito final foi uma comparação entre as diferenças e as características de conforto urbano, para o inverno, resultantes entre eles. Para a análise

das configurações máximas, foi feito o estudo para cada lote, de acordo com as legislações em análise, configurando através do CityZoom a modelagem de todas as volumetrias.

As simulações realizadas no software Envi-met referem-se ao dia 23.07.2009 (solstício de inverno) e utilizam um grid de 130x130x25. Os dados de entrada para a cidade de Juiz de Fora - MG foram obtidos junto ao LabCAA (UFJF, 2009) e estão descritos a seguir:

- velocidade dos ventos (m/s): 3.6
- direção dos ventos preferenciais: Norte =0
- coeficiente de rugosidade da superfície: 1
- temperatura atmosférica (K): 294.7
- umidade absoluta: 7
- umidade relativa (%): 80 %

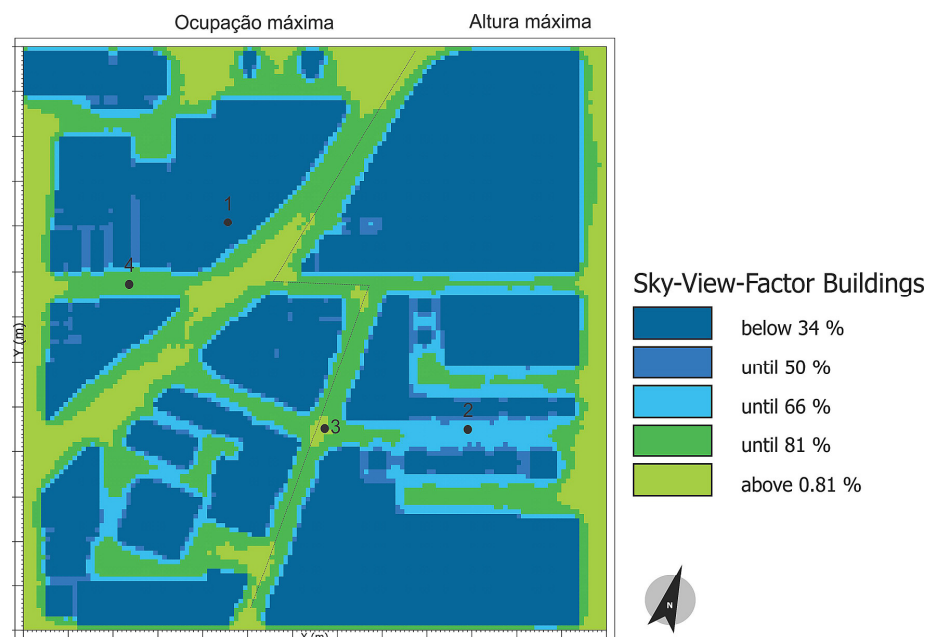
O software Envi-Met também mostrou algumas limitações de uso, como por exemplo, a possibilidade de resultados não exatos na porção direita do mapa que fica voltada para a direção dos ventos dominantes, devido à impossibilidade de abrangência de uma área mais extensa do entorno, o que seria de importância na caracterização dos ventos do espaço em estudo. Outro fator observado é a impossibilidade de cálculo de ventilação em ambiente detalhado, com pilotis, pois o programa trata a edificação como um bloco único; também não foi possível a utilização da topografia local do ambiente de modo a criar uma simulação mais realística, devido à incapacidade do mesmo em recriar esta situação. Convém ressaltar também a dificuldade de obtenção de dados climáticos a 2500m de altura a partir do solo pelo LabCAA, sendo que os dados de entrada das simulações referem-se à coleta de dados pela Estação Meteorológica da cidade que se localiza a 900m de altitude, e a aproximadamente 200m de altura de diferença em relação a área de estudo.

Para análise da insolação urbana foram utilizados os softwares CityZoom e SketchUp. Foram comparadas as simulações de solstício de inverno dos três casos estudados. Apesar de terem sido analisados três horários de insolação urbana, neste trabalho foi observado apenas o horário de 16h, que se mostra como o mais crítico e com maiores projeções horizontais de sombra.

Na análise de FCV, escolheram-se pontos de interesse de mascaramento, (Figura 3) que se localizavam em setores estratégicos de análise do molde urbano estudado. Estes pontos foram escolhidos com a ajuda do software Envi-Met que forneceu um estudo preliminar das áreas mais prejudicadas. Os pontos analisados foram os mesmos escolhidos para todos os casos estudados.

A decisão dos quatro pontos foi tomada segundo o seguinte critério: um ponto de menor FCV; um ponto que apresentava o maior coeficiente de FCV entre as duas divisões de ocupação máxima e dois pontos de mediano FCV, que estivessem entre suas respectivas áreas de ocupação máxima. Para efeito de estudo analisou-se o ponto que apresentou o pior caso, sendo que o mesmo se encontra entre duas edificações.

Para se realizar a comparação entre mascaramento solar entre os três casos, optou-se por analisar apenas os horários de insolação para o inverno, onde foram encontrados maiores restrições quanto a tempo total de horas de sol direta e quanto ao FCV.



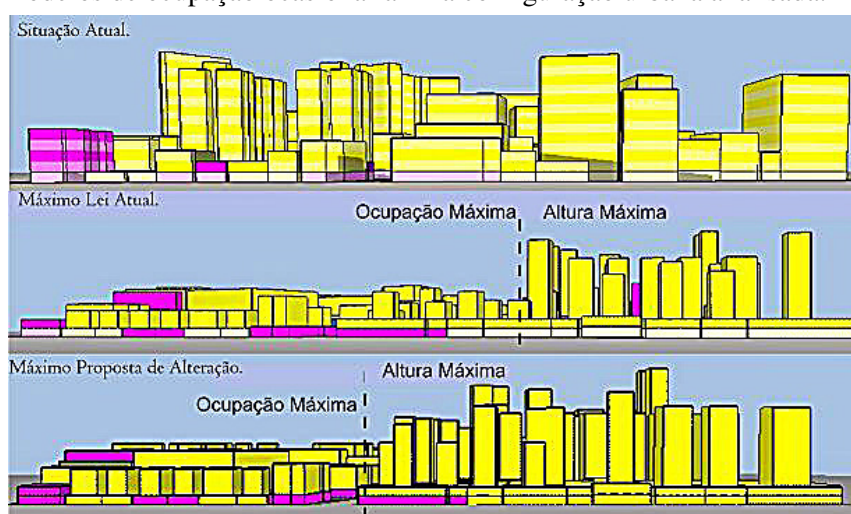
**Figura 3-** Escolha dos pontos de FCV a serem analisados – Mapa Simulação 2 (Máximo Lei Atual). Fonte: Envi-met / adaptado.

### 3 SIMULAÇÕES E RESULTADOS

#### 3.1 Volumetria Urbana

As imagens da figura 4 representam a vista das configurações urbanas estudadas pela via Dr. Romualdo, no centro de Juiz de Fora. Percebe-se que o caso atual apresenta edificações mais altas e mais largas do que os demais casos, que inclusive representam os máximos permitidos para a área em análise. Este fato se dá principalmente por estas edificações terem sido construídas sob parâmetros da legislação anterior a estabelecida na atualidade.

Comparando-se os casos 2 (Máximo permitido pela Legislação Atual) e 3 (Máximo Permitido pelo modelo de Proposta de alteração da Lei), nota-se que a proposta de alteração de lei permite prédios de maior altura e de torres mais largas que a legislação em vigor, tornando visíveis as mudanças que alterações nos modelos de ocupação ocasionariam na configuração urbana analisada.



**Figura 4 -** Vista Sul do entorno construído para os três casos respectivamente. Fonte: CityZoom.

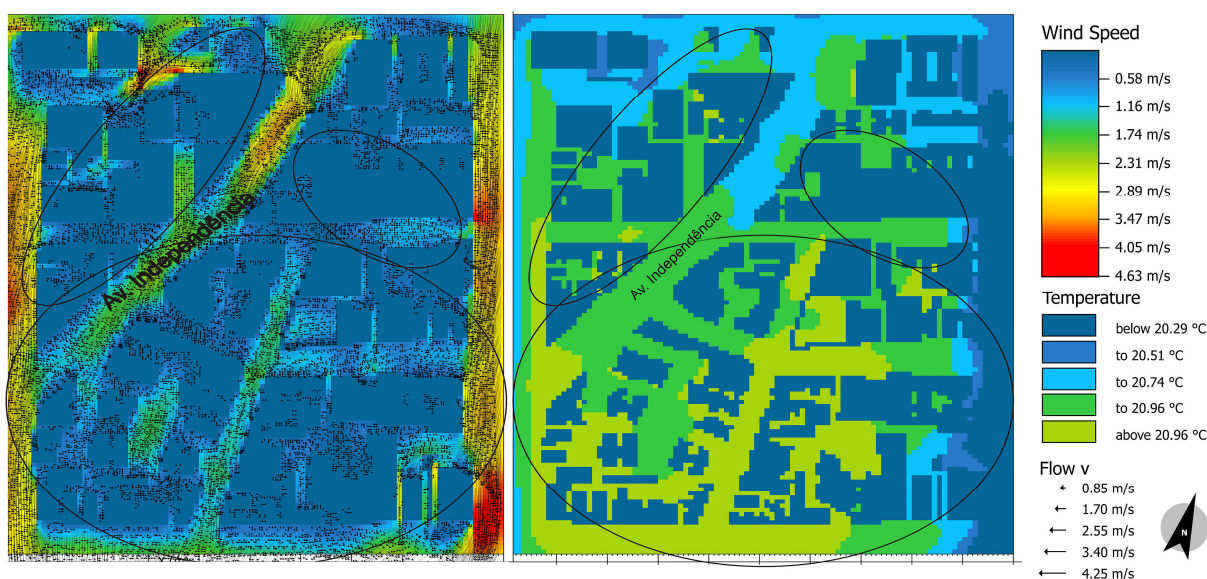
#### 3.2 Temperatura e Ventilação

Nas análises de ventilação e temperatura para o inverno, as simulações do Envi-Met consideraram os efeitos térmicos a uma altura de 10m, o que por muitas vezes correspondia às bases das edificações e

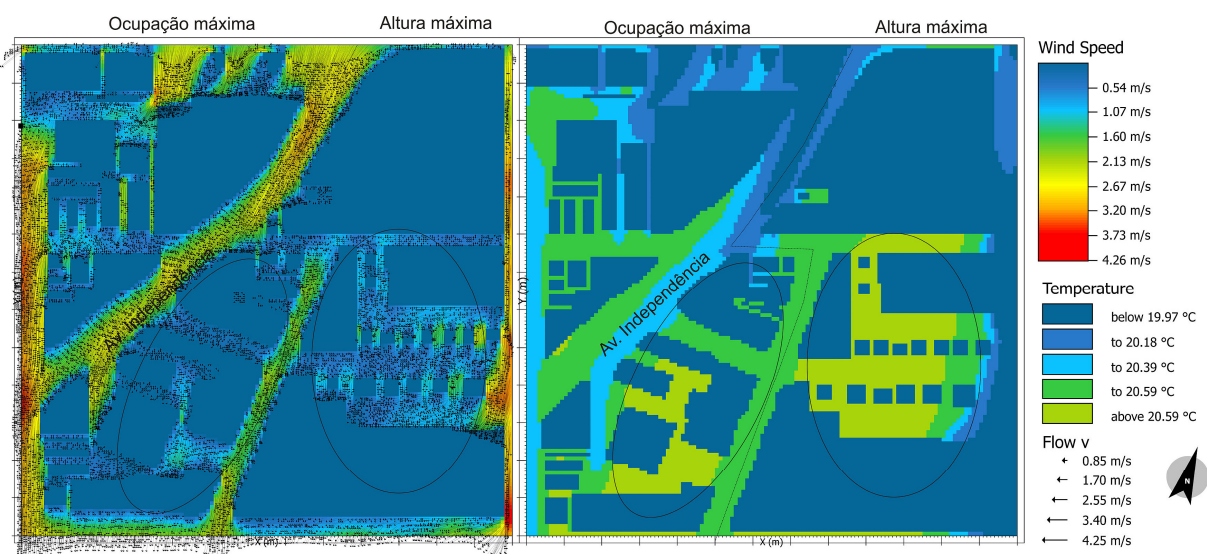
não necessariamente às torres edificadas. De acordo com estas limitações, levou-se em consideração a divisão do mapa em duas porções de distintas de modulações máximas do espaço urbano (ocupação máxima horizontal e ocupação máxima vertical). Foram examinadas as comparações entre ventilação e temperatura cada simulação realizada; conforme pode ser visto nas figuras 5, 6 e 7.

Os resultados apontam que áreas com ventilação restrita, possuem maiores temperaturas do ar. A leitura dos mapas demonstra que, para cada caso simulado abaixo, existe uma relação direta entre maior taxa de ocupação do solo, redução de afastamentos e maior verticalização, com a diminuição da ventilação urbana e com o conseqüente aumento de temperatura intra-urbana.

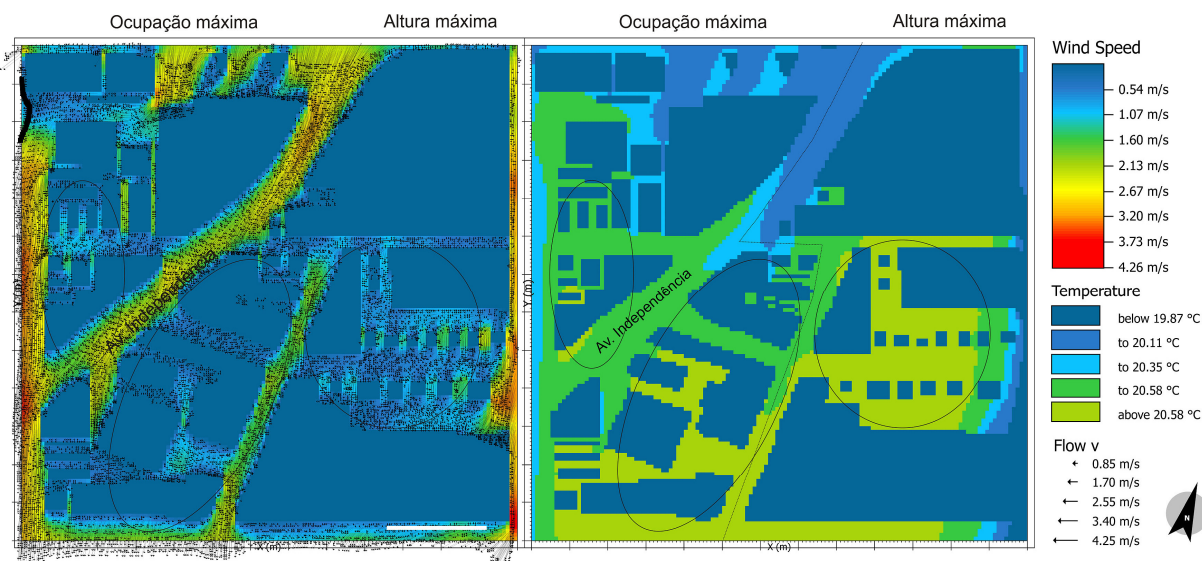
A simulação, que dos três casos, apresentou o pior índice de temperatura e ventilação foi a da situação atual da área, conseguida pelo levantamento in loco. Isso porque apresentou maiores sombras de ventos e conseqüente maior temperatura urbana. Uma das possíveis explicações para o ocorrido se baseia no fato de que esta área apresenta blocos edificados modelados por uma legislação anterior à vigente, e que possuía caráter mais restritivo à ventilação urbana.



**Figura 5 - Comparação entre Mapa velocidade dos ventos e temperatura urbana, para base - Caso de conformação atual da área. Fonte: Envi-Met.**



**Figura 6 - Comparação entre Mapa velocidade dos ventos e temperatura urbana, para base, para o máximo permitido (horizontal e vertical) pela Legislação atual. Fonte: Envi-Met.**



**Figura 7** - Comparação entre Mapa velocidade dos ventos e temperatura urbana, para base, para o máximo permitido (horizontal e vertical) pela proposta de alteração da Lei. Fonte: Envi-Met.

Para os dois casos máximos, a situação moldada pelo máximo da legislação atual ainda apresenta melhores resultados do que o modelo máximo da proposta de alteração da lei, pois apresenta menor temperatura urbana nas vias.

Para os três casos, a densidade de áreas construídas acaba por canalizar os ventos pelas vias de tráfego. Com a grande proximidade das edificações, efeitos como redemoinho e Venturi são frequentes.

### 3.3 Insolação

Nas simulações de insolação para o solstício de inverno às 16h, para cada caso se pode observar que as sombras para esta área urbana durante o verão não se apresentam como fator preocupante, pois os resultados demonstraram horas de insolação suficientes para cada molde urbano. Inclusive, pôde-se notar que devem ser feitos estudos de soluções de proteções solares eficientes, na escala do edifício, de maneira a melhorar a sensação térmica do ambiente interno para os moradores.



**Figura 8** - Áreas Mais afetadas- Caso 1, 2 e 3 respectivamente. Fonte: CityZoom / adaptado

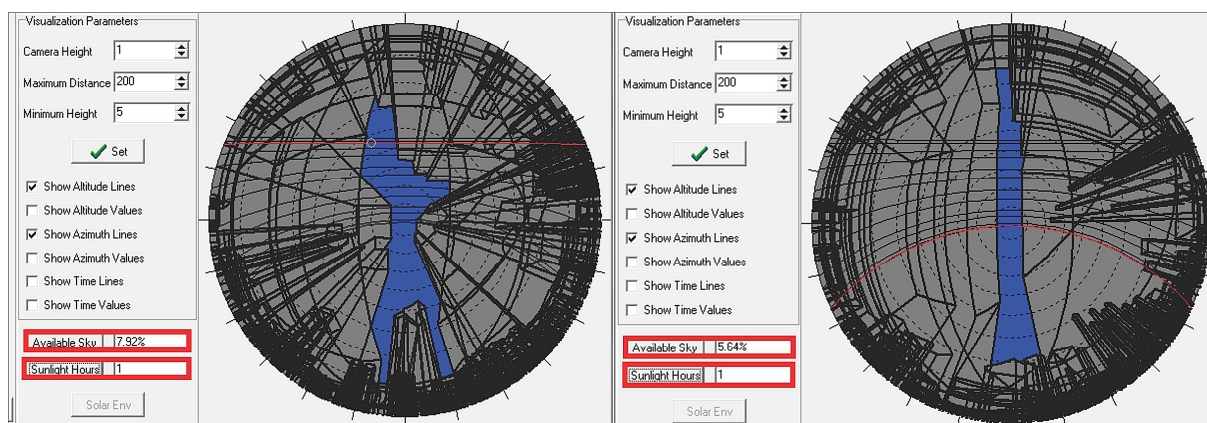
Nas figuras acima, marcado em vermelho e em amarelo tem-se as projeções horizontais das sombras para o horário analisado para a mesma quadra. Na sombra amarela se nota que o maior sombreamento percebido em vista superior, é o do caso 2 (Máximo permitido pela Lei atual). Para os demais casos, os edifícios que ocupam a porção direita, na quadra em análise, e que apresenta em vista superior alguma insolação, só o têm, devido a seu gabarito mais elevado. Vale lembrar que a marcação em amarelo, se encontra na porção esquerda do mapa, que trata da modelação horizontal máxima alcançada para a área.

Na marcação em vermelho, pode-se perceber que a configuração urbana que causou maior sombreamento foi o caso 1, da configuração urbana atual. Outra comparação que pode ser feita neste exercício, é que o máximo permitido pela proposta de alteração de lei causa sombreamentos mais extensos e largos do que o máximo da lei vigente. Isso ocorre devido à maior verticalidade e maior taxa de aproveitamento do solo utilizada nas torres.

### 3.4 Fator de Céu Visível (FCV)

Na figura 9 vemos as imagens geradas por simulação para o ponto que apresentou o pior FCV. Os quadros em vermelho nas imagens ressaltam a porcentagem de céu visível e as horas de sol para o inverno. A situação atual disponibiliza 7,92% de FCV e até 1h de luz solar. O ponto estudado para os dois casos máximos é o mesmo, visto que os lotes se encontram no mesmo modelo de ocupação e sendo que este não sofre alteração em seus índices pela proposta de alteração de lei, seu FCV é de 5,64%, com até 1h de luz solar.

Logo, se pode notar que neste ponto, o período de insolação para ambos os casos é de uma hora diária para o inverno, o que não é suficiente para um efetivo ganho térmico pela edificação.



**Figura 9** - Mascaramento do Entorno - Inverno– Ponto 1. Área atual e Máximo da Legislação (Atual e Proposta). Fonte: CityZoom/adaptado

### 3.5 Resultados Globais

Visualizando todas as comparações efetuadas pode-se apontar o Caso 2 (Máximo permitido pela Lei atual) como a configuração urbana que gerou menores impactos no conforto urbano dentre as simulações realizadas e para o período de inverno em análise. Cabe ressaltar que nenhum dos casos estudados apresenta parâmetros finais de conforto humano agradáveis devendo, portanto, ser estudado, em oportunidades futuras, novas possibilidades de conformação urbana que gerem melhores índices de conforto urbano para todas as estações cabíveis. O caso 2 apresentou, para o período em análise, melhores resultados nos itens ventilação e temperatura, insolação urbana, FCV e volumetria menos impactante.

Quanto às duas conformações de ocupação máximas analisadas, horizontal e vertical, conclui-se que para o período simulado, a horizontal mostrou melhor insolação para fachada norte enquanto a vertical mostrou melhores resultados para a fachada oeste. Isto demonstra que a configuração urbana deve ser estudada para cada área, buscando com a orientação e dimensionamento dos lotes, legislação aplicada e volumetria proposta; às melhores resultantes de ventilação, insolação, sombreamento e visão da abóboda celeste.

Outro fato importante que se pode observar nos resultados do período analisado é que a configuração urbana atual apresentou, de maneira geral, piores indicadores de conforto do que os dois casos máximos de aplicação das legislações estudadas; não se adequando inclusive, algumas das edificações, aos padrões propostos pela lei urbana vigente. Este fato demonstra que pequenas alterações na lei construtiva podem ocasionar alterações significativas no conforto urbano.

A comparação das duas simulações de ocupação máximas realizadas, para o solstício de inverno, demonstra que a proposta de alteração de lei, que propõe mudanças nas taxas de ocupação e nos coeficientes de aproveitamento, gera resultados urbanos menos confortáveis do que os resultados da simulação máxima da lei vigente. Este fato aponta que estudos sobre os impactos dos parâmetros de legislação no conforto urbano devem ser realizados antes de qualquer alteração legislativa; de maneira a verificar os resultados dos indicadores de conforto resultantes das propostas em estudo.

#### **4 CONCLUSÕES**

A realização do estudo da expansão de uma malha urbana segundo parâmetros legislativos diversos, com verificação por simulação dos impactos resultantes do adensamento das edificações, indicou mudanças no comportamento térmico do espaço urbano e dos prédios para a estação em análise. Pode-se afirmar que estas variações ocorrem em consequência das alterações propostas na legislação construtiva.

Através da análise dos resultados parciais e comparativos observa-se que nenhuma das três configurações urbanas simuladas pode ser considerada geradora de um espaço urbano confortável, pelo menos, para o inverno. Pode-se afirmar ainda que das três situações a que mostrou melhores resultados foi o caso que simula o ambiente urbano construído a partir do uso máximo construtivo permitido pela legislação atual. Muito importante é a constatação que esta configuração da área atual apresenta piores resultados que a situação máxima da própria legislação que a modela. Isto pode ser explicado pelo fato de que algumas das edificações existentes atualmente, as quais não se adequam aos parâmetros da legislação, terem sido construídas anteriormente à sanção das leis urbanísticas de 1986.

Os resultados apontam, entretanto, para alguns comportamentos da conformação urbana insuspeitados como, por exemplo, a verificação de que nem sempre a verticalização conduz obrigatoriamente a resultados indesejáveis assim como a horizontalidade máxima nem sempre gera resultados confortáveis. De modo geral pode-se perceber que alterando afastamentos, mesmo que se eleve o gabarito, consegue-se promover a ventilação de maneira mais aceitável. Isto indica que este parâmetro deveria ser objeto de preocupação e cuidados ao se propor uma legislação edificatória.

Quanto à ventilação urbana, para o período em análise, notou-se interferência de sombra de ventos tanto na mesma quadra, quanto sobre a quadra vizinha dentro da área de estudo. Isto se verifica nos três casos analisados e para as duas situações de entorno máximos adotados. Este fato está diretamente relacionado com a orientação das edificações em relação ao direcionamento do vento predominante. Pôde-se observar pelas simulações, mesmo que de maneira superficial, que o não paralelismo em localização e em altura entre as construções assim como a diversidade de altura e largura dos edifícios, favorece a ventilação em um maior número de pavimentos. Pôde-se concluir que conformações urbanas menos homogêneas se apresentam como soluções melhores para o escoamento dos ventos em regiões urbanas. Com melhores condições de ventilação e escoamentos de ar mais facilitados, as trocas térmicas são facilitadas e conseqüentemente reduzem-se as possibilidades de formação de ilhas de calor.

Enfim, como conclusões gerais, pode-se afirmar que o planejamento urbano deve considerar o microclima urbano de maneira a criar condições microclimáticas que proporcionem a seus moradores e usuários melhores condições de conforto ambiental. Para isto seria necessária uma revisão na legislação e nos valores construtivos atuais, que não abarcam toda a complexidade do ambiente urbano. Alcançar este objetivo significa, portanto, criar certos dispositivos na legislação construtiva que garantam a ventilação, insolação e iluminação natural das fachadas e do ambiente interno aos edifícios. Talvez um dos caminhos possíveis seja seguir o exemplo de cidades como Belo Horizonte e Florianópolis, que impõem critérios na formulação de um valor de ângulo de céu mínimo, para melhorar o acesso à insolação e à luz natural. A determinação dos ângulos de altura solar – representando apenas um exemplo - poderia ser feita através da revisão dos modelos de uso e ocupação do solo e do estabelecimento de um conjunto de ângulos que se relacionasse respectivamente para cada modelo, permitindo uma imagem urbana específica para cada área.

Especificamente para a cidade de Juiz de Fora algumas conclusões são inevitáveis. Com a observação dos resultados percebe-se que para a área do centro estudada a utilização de parâmetros máximos da

legislação vigente já não é adequada para se obter, para o inverno, bons índices relacionados ao conforto térmico, ao consumo energético e ao aproveitamento dos ventos. Entretanto, o mais preocupante é que a proposta de alteração da lei de uso e ocupação do solo indicada pela prefeitura resultará em indicadores de conforto mais negativos em relação à ventilação, insolação, Fator de Céu Visível e temperatura do ar para o período de inverno e principalmente para o horário de 16h. Em outras palavras, se a situação já não é favorável com a atual legislação, pode se agravar se a proposta de alteração da legislação for aprovada. Sob esta ótica, as leis urbanas de Juiz de Fora deveriam incentivar a utilização de recuos e implantação de edificações com densidade baixa ou média, orientar as construções e a malha urbana a partir das possibilidades de aproveitamento de ventos dominantes, o que poderia ser promovido com criação de edificações em alturas diferenciadas.

Finalmente, deve-se salientar que este trabalho não se propôs a esgotar todas as possibilidades de ocupação do solo possíveis para a área de estudo, e nem foram realizadas todas as simulações e estudo dos indicadores climáticos necessários para a total abrangência microclimática da área, assim como, não foram analisados outros períodos do ano que podem gerar resultados diferenciados. A realização de medições com instrumentos específicos na área estudada serviria para a comprovação das variações e alterações que a falta de ventilação pode ocasionar no espaço urbano, e contribuiria para a definição detalhada de áreas que sofrem o fenômeno de ilha de calor ou frescor. A realização de simulações de escoamento de ar no interior de habitações também serviria para verificar a incidência de ventos direcionada aos usuários – presença de *drafts* -, com finalidade de avançar nas conclusões apresentadas.

## 5 REFERÊNCIAS

BARBIRATO, Gianna Melo; SOUZA, Léa C. Lucas de; TORRES, Simone C. 2007. **Clima e Cidade: A abordagem climática como subsidio para estudos urbanos**. Maceió – AL: Ed. UFAL.

BLAKANOV, A.; CHING, J.; GRIMMOND, C.; MARTILLI, A. **Model Urbanization Strategy: Sumaries, Recommendations and Requirements** URBANIZATION OF METEOROLOGICAL AND AIR QUALITUY MODELS - COST Action 728. 2008.

BRUSE, M. **Envi-Met 3.0** On-Line Manual, updated 2008. Disponível em <http://www.envi-met.com>.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum**. 2ª edição. Rio de Janeiro : Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991

GOOGLE SKETCHUP. **SketchUp 6.0**, upload 2009. Disponível em : <http://sketchup.google.com>

GRAZZIOTIN,P.; TURKIENICZ,B.; SCLOVSKY, L.; FREITAS,C.M.D.S. **CityZoom**: A tool for the visualization of the impact of urban regulations. Updated 2009. Disponível em: <http://www.cityzoom.net/ctz/CityZoomSetup.exe>

JUIZ DE FORA, MG. Mensagem nº3615, 10 de maio de 2007. **Câmara Municipal de Juiz de Fora – MG**: sistema de acompanhamento do legislativo. 2007. Disponível em: <<http://isal.camarajf.mg.gov.br/scripts/salpx.dll/pln?plt=MSGEX&pln=3615&pla=2007> > Acesso em: 20 mar. 2009, 19:30:00

SPDE. Anuário Estatístico 2008. **Prefeitura de Juiz de Fora – MG**: Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Econômico (SPDE). Disponível em: < <http://www.spge.pjf.mg.gov.br/anuario.php> > Acesso em: 25 mar. 2009, 15:38:00

UFJF - UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, MG. Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental – **LabCAA**. Departamento de Geociências- 2009.