



## **ANÁLISE DO PROCESSO DE VERTICALIZAÇÃO E VENTILAÇÃO URBANA: CASO DA AVENIDA BARÃO DO RIO BRANCO EM JUIZ DE FORA - MG**

**Letícia Zambrano (1); Cleyton Rosa (2); Gustavo Bonin (3); Diego Carvalho (4);  
Miriam Dias (5) Carina Folena (6); José Recker (7)**

(1) Pós-doutora, Professora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, zambranoleticia@gmail.com

(2) Graduando em Arquitetura e Urbanismo, cleyton.rosa@arquitetura.ufjf.br

(3) Graduando em Arquitetura e Urbanismo, gustavo.bonin@arquitetura.ufjf.br

(4) Graduando em Arquitetura e Urbanismo, diego.carvalho@arquitetura.ufjf.br

(5) Mestre, Técnica Administrativa da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo,  
arquitetamiriamdias@gmail.com

(7) Graduando em Arquitetura e Urbanismo, jose.recker@arquitetura.ufjf.br

Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (Laboratório ECOS), Rua José Lourenço Kelmer, S/n - São Pedro, Juiz de Fora - MG, 36036-330, (32) 2102-6307

(6) Doutoranda, Professora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, carinafolena@gmail.com

Universidade Federal de Goiás, Avenida Esperança, s/n, campus Samambaia - Prédio da Reitoria, Goiânia - GO, 74690-900, (62) 3521-1000

### **RESUMO**

O processo de verticalização brasileiro está sendo desenvolvido não só nas metrópoles, como também nas cidades grandes e médias do interior. Juiz de Fora, cidade situada no sudeste do Brasil, viveu seu advento industrial na virada do século XIX/XX e sua forma caracteriza-se, entre outros, pela verticalização em decorrência do seu intenso processo de urbanização e de uma legislação urbana permissiva. Este processo resultou em uma intensa construção de edifícios em altura em sua região central, especialmente na principal via arterial, a avenida Barão do Rio Branco, e arredores, modificando a paisagem e o ambiente urbano. O objetivo deste trabalho foi de avaliar como o conjunto de grandes edifícios impactou a ventilação urbana, sendo que para maior precisão da pesquisa, adotou-se como área de estudo a avenida Barão do Rio Branco e suas imediações. Considerando que as diretrizes legais para as construções sofreram alterações nos parâmetros que têm impacto direto nas tipologias construtivas implantadas na cidade, foi desenvolvido um estudo comparativo entre os efeitos sobre a ventilação urbana promovidos por duas abordagens de verticalização na área em questão. Estas configurações e suas respectivas condições ambientais foram modeladas em ambiente virtual e submetidas a simulações de fluxo de vento que foram analisadas no software da linguagem CFD (Computational Fluids Dynamics), para identificar como o fenômeno de ventilação urbana promove e causa danos no microclima. Conclui-se que os problemas decorrentes na ventilação urbana são reflexos da legislação sem os devidos parâmetros prospectivos, acarretando em adensamentos verticais desordenados que devem ser evitados, e para tal, sugere-se que haja maior acuidade e cautela frente a potenciais focos de crescimento verticalizado pela cidade.

Palavras-chave: verticalização, simulação computacional, ventilação urbana, microclima.

### **ABSTRACT**

The Brazilian verticalization process is being developed not only in the metropolises, but also in the large and medium country towns. Juiz de Fora, a city in southeastern Brazil, lived its industrial advent in the turn of the 19th century 20th and is characterized by a verticalization as result of a intense

urbanization process and a permissive urban legislation. This process resulted in a sharp construction of high buildings in the central region, especially in the main arterial route, Barão do Rio Branco avenue, and surroundings, modifying the landscape and the urban environment. The objective of this work was to evaluate how the set of large buildings impacted the urban ventilation. For greater precision of the research, the Barão do Rio Branco avenue and its surroundings was adopted like area of study. Considering that the legal guidelines for constructions have undergone changes in the parameters that have a direct impact on the constructive typologies implanted in the city, it was developed a comparative study between the effects on the urban ventilation promoted by two verticalization approaches in the area in question. These configurations and their respective environmental conditions were modeled in a virtual environment and submitted to wind flow simulations that were analyzed in Computational Fluids Dynamics (CFD) to identify how the phenomenon of urban ventilation promotes and causes microclimate damage. It is concluded that the problems arising in urban ventilation are reflected by inefficient legislation, resulting in disordered vertical densities that should be avoided, and for such, it is suggested that there is greater acuity and caution in the face of potential outbreaks of urbanization disordered by the city.

Keywords: verticalization, computational simulation, urban ventilation, microclimate.

## 1. INTRODUÇÃO

A verticalização é um dos principais fenômenos urbanos no período pós-industrial. Este processo de mutação urbana não somente altera a forma e morfologia das cidades, mas representa, caso as condições do sítio não sejam observadas, impactos incessantes sobre o conforto dos edifícios e das condições saudáveis de seus usuários. (GIEDION, 2004) O encadeamento destes impactos são motivados ora pela falta de pensamento no clima urbano (dentre todos, a ventilação urbana, foco deste trabalho), ora pela densificação e suas falhas fulcrais na infra-estrutura urbana. Portanto, há uma clara necessidade de formas de se otimizar e proteger o microclima e mantê-lo em harmonia e sustentabilidade.

Entre as características imagéticas que caberia a qualquer cidade de médio e grande porte na atualidade estão a alta densidade construtiva, os congestionamentos, o calor intenso, a aridez, as grandes temperaturas e o crescimento desordenado. Existem, entretanto, cidades que, embora densas e verticalizadas, direcionam suas ações de planejamento no sentido de aliar a pujança do mercado imobiliário, símbolo da metrópole capitalista e da valorização da terra urbana, com uma busca de um padrão de desenvolvimento que seja sustentável.

Paradigma dos tempos atuais, falar em desenvolvimento urbano sustentável significa aliar as metas de desenvolvimento econômico com a capacidade de suporte em relação às pressões exercidas ao meio ambiente e a preservação da qualidade deste ecossistema. Significa também promover a equidade social no tempo (no presente e no futuro) e no espaço, para que todos os indivíduos possam usufruir de um ambiente saudável, provido de todas condições para uma vida digna. Neste contexto, o ambiente urbano exerce um papel significativo, como o provedor ou um empecilho à qualidade de vida.

A discussão acerca das cidades verticalizadas, por muitos, considerada como negativa, divide posicionamentos. É sabido que o processo de verticalização de maneira planejada e consciente consegue vencer a estratégia de se preservar os limites e a pressão das cidades sobre as zonas rurais. Todavia, as mudanças das questões do clima da área urbana geram um ciclo vicioso que pode se modificar a direção, a forma e a velocidade dos ventos (ROMERO, 2000).

Em consonância com Zambrano (2008, p.18-23) os modelos de ocupação dos centros urbanos não conseguem corresponder positivamente para a criação de espaços confortáveis. De maneira oposta e devastadora ao caminho sustentável, são criados assim “cenários” degradados e insalubres. Este panorama se intensifica, principalmente, quando o planejamento é falho ou não está presente de forma efetiva.

Segundo Figueiredo (2007, p. 11-12) a ventilação urbana é uma questão bastante desafiadora para os profissionais da área de construção intervirem e projetarem na malha urbana. Alguns conceitos segundo Figueiredo (2007, p.11-12) tornam-se norteadores para serem considerados na análise da ventilação natural no meio ambiente, sendo eles: a temperatura do ambiente, as forças motrizes do

vento, os ruídos e também a poluição. Conforme sustenta Romero apud Landsberg (1970, p.14) no meio urbano a velocidade dos ventos é reduzida na escala de 20% (vinte por cento) a 30% (trinta por cento).

### 1.1 A importância da ventilação urbana e o planejamento da forma urbana

A ventilação urbana, a depender de sua intensidade, pode representar tanto um conforto quanto um desconforto ao usuário, pois os fatores como a estação, o clima, a quantidade de vegetação e os elementos obstrutores fazem variar a sensação do indivíduo no espaço. Em um cenário ideal Olgyay apud Romero (2000, p.30) salienta que a organização do sítio e a implantação de um novo prédio não pode impossibilitar o fluxo satisfatório da ventilação nos espaços urbanos, como é possível observar na figura 1 de Romero (2000, p.53)

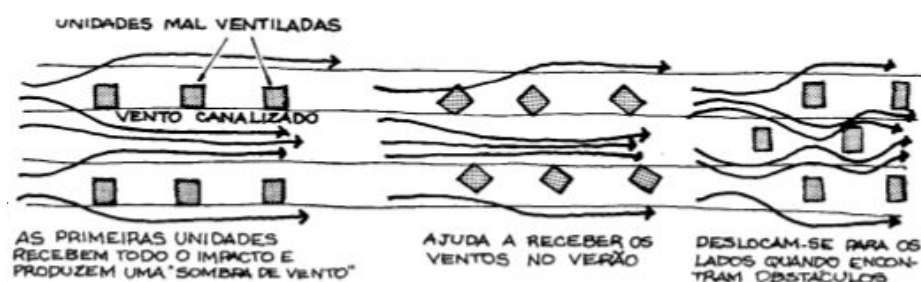


Figura 1 - Conjunto de prédios e o vento. Fonte: Olgyay (1968)

Segundo Brown, Dekay (2007, p.132) além das questões sensoriais “as mudanças abruptas na altura das edificações têm um impacto significativo na velocidade dos ventos nas ruas e nos espaços abertos”, neste sentido o planejamento da forma urbana deve ser estratégico e deve sempre orientar ao conforto do usuário.

[...] embora se reconheça atualmente a importância da climatologia urbana para o planejamento e a preservação da qualidade ambiental do meio urbano, sua aplicação às atividades de planejamento e projeto das cidades ainda é muito limitada, em parte devido à uma abordagem fragmentada e desintegrada entre os diversos campos do conhecimento envolvidos[...]. Além disso, em boa parte da literatura especializada, as recomendações para o planejamento e projeto urbano climaticamente responsáveis são muito genéricas (ASSIS, 2005).

Segundo Colchete (2016, p.52) grande parte das construções erguidas entre 1960 e 1970, em destaque na região estudada por este trabalho- Avenida Rio Branco- caracteriza-se pelo cunho de aproveitamento máximo dos potenciais construtivos dos terrenos e uma forte tendência à verticalização da cidade. Relacionado com as forças influentes da indústria da construção civil, na maioria das cidades brasileiras, o processo de verticalização foi consolidado por danos às condições de conforto paisagístico e urbano (térmico, luminoso e sonoro).

Nesse contexto, o aumento dos índices de uso da terra por meio da verticalização pressupunha algumas características regulares, fomentadas até mesmo por parâmetros legais, como a supressão dos espaços entre edifícios, o aumento das taxas de ocupação e a densidade construtiva. Esse foi o contexto que historicamente caracterizou os padrões de verticalização de Juiz de Fora, que só começou a ser modificado durante os anos 80, com o objetivo de promover uma melhoria na qualidade do ambiente urbano (CARDOSO, 2015). A verticalização materializa principalmente as forças de capital, pontuando no skyline das cidades totens da economia urbana (GUIMARÃES, 2002).

## 2. OBJETIVO

Entendendo o incisivo processo de verticalização de Juiz de Fora, o objetivo deste trabalho é aferir como os grandes edifícios, na conjuntura de conformadores de conjuntos edificados, vem impactando o meio ambiente com relação ao conforto ambiental, especificamente a ventilação urbana. Os objetos de estudo são duas regiões da maior e principal avenida de Juiz de Fora, a Avenida Barão do Rio Branco, bem como também todo seu entorno imediato cada vez mais verticalizado e adensado.

Busca-se identificar como os fenômenos de ventilação urbana promovem o conforto ou acarretam prejuízos nas condicionantes do microclima urbano. Ademais, busca-se mostrar como estes resultados influem na percepção de conforto dos usuários segundo Escala de velocidade de conforto de Sousa; Lamenha; Freitas; Bittencourt (2014) em referência a Gandemer (1978).

### 3. MÉTODO

Foi desenvolvido neste estudo um comparativo entre cenários urbanos. Estes cenários foram submetidos a simulações de escoamento do vento executados com auxílio de ferramentas computacionais da linguagem CFD (*Computational Fluids Dynamics*) e do *software* Envimet 4.1. Propôs-se nas análises gráficas e nas análises matemáticas identificar os desdobramentos da verticalização em dois cenários específicos da Avenida Rio Branco.

Este trabalho embasou-se em uma série de documentos, como as vistas e representações que apresentam o panorama da avenida Barão do Rio Branco, como mapas de figura e fundo, imagens planialtimétricas da Prefeitura de Juiz de Fora, mapa de áreas ocupadas, elevações das construções, mapa de pressão dos ventos, mapa de velocidade e temperatura do ar. Não obstante, apenas estas representações não foram suficientes para satisfazer toda a análise que este trabalho se propõe, para tanto foram necessárias visitas aos locais estudados, bem como visão atenciosa ao elemento climático analisado.

Dentro da metodologia foi necessário a caracterização do recorte espacial determinado para a pesquisa: duas porções da Av. Rio Branco com contextos, população, formação histórica e legislação urbana distintos que deram a possibilidade de análise comparativa pela suas diferenças presentes.

A metodologia se dividiu em duas etapas principais:

a) foi realizado um levantamento de indicadores para as variáveis de análise.

b) corresponde ao processamento dos dados, utilizou-se o banco de dados do INMET (2017) para dados climáticos, bem como a modelagem tridimensional dos cenários.

Logo após a modelagem outro ponto de análise foi a conformidade entre os dados dos resultados das simulações e os dados da climatologia na data simulada e, em posse de todas estas comparações, a análise final. Logo após, foram feitas as aferições entre os dados do INMET e os resultados da simulação, na data em análise, para então a análise final. Para simulação foram utilizados os programas Autodesk Flow Design (® Autodesk Inc.) auxiliados pela modelagem do SketchUp 2015 (® Trimble Inc.) com base no mapa de edificações da Prefeitura de Juiz de Fora.

Foram realizadas simulações para cada um dos dois cenários urbanos a serem analisados. A primeira, a Av. Rio Branco, e a segunda, a área do Manoel Honório. As escolhas foram realizadas a partir das categorias de rugosidade do terreno discriminadas na NBR 6123 p.8. Foram selecionadas duas categorias de rugosidade em específico: para a área do bairro Manoel Honório, foram suprimidas as edificações que se compreendem na categoria iv, prédios acima de 10m; e no trecho central da Av. Rio Branco foram suprimidas as edificações na categoria v, prédios acima de 25m.

A modelagem no *software* ENVI-met 4 baseou-se no mapa de edificações da Prefeitura de Juiz de Fora e imagens do Google Maps, do ano de 2015. A partir dos dados de entrada o programa gerou um mapa da área de estudo em formato de bitmap e uma malha de grids sobreposta para marcar as edificações e suas alturas onde, posteriormente, gerou a visão 3D. A configuração da simulação foi realizada com base nos dados fornecidos pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) das médias de 30 anos e nas medições diárias do instituto. Ao observar os gráficos climatológicos da cidade de Juiz de Fora, foi selecionado como objeto de simulação o dia 07/11/2016, situação diária e mensal típica que apresentou dados próximos às médias climatológicas da cidade. A simulação para cada cenário se deu em 2 (dois) períodos de 6 (seis) horas, são eles: de 8 horas às 14 horas e de 16 horas às 22 horas no horário oficial de Brasília. A velocidade do vento utilizada foi a velocidade média da cidade, 3,600 m/s, direção dos ventos dominantes, ventos no quadrante norte a sul (predominância segundo a Rosa dos ventos da cidade), todos dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia. Os dados de entrada (input data) do *software* Envimet 4 foram os dados horários climáticos do dia 07/11/2016, tempo de simulação de 14 horas, velocidade média do vento 3,600 m/s, direção dos ventos 270° (norte inclinado),



temperatura da atmosfera de 21°C. Os dados de entrada do *software* Autodesk Flow Design foram a velocidade do vento (Wind speed) de 3,600 m/s, orientação<sup>1</sup> 0° em relação a modelagem do Google SketchUp alinhada ao norte geográfico e resolução de visualização de 250 %.

### 3.1 Apresentação das características climáticas e de composição espacial de Juiz de Fora

A cidade de Juiz de Fora possui uma área de 729.975,000 km<sup>2</sup> e está localizado na Zona da Mata Mineira, região sudeste do estado de Minas Gerais. A cidade está localizada a 21,77° de latitude sul e 43,55° de longitude. A cidade é de clima tropical de altitude. Segundo a Classificação bioclimática das sedes dos municípios brasileiros Juiz de Fora está na zona bioclimática 3.

Considerando os dois trechos propostos para as análises, o cenário de análise 1 (Figura 3) compreende uma área de 782,700 m<sup>2</sup> e dimensões de 1.359,000 Km por 576m no bairro Manoel Honório, tem uma configuração de verticalização menos significativa em relação ao cenário 2 (dois) localizado na zona central no bairro Centro. O cenário 2 (Figura 4), embora menos verticalizado, seu entorno apresenta uma topografia muito acentuada e que será analisada na influência quanto ao fluxo da ventilação.

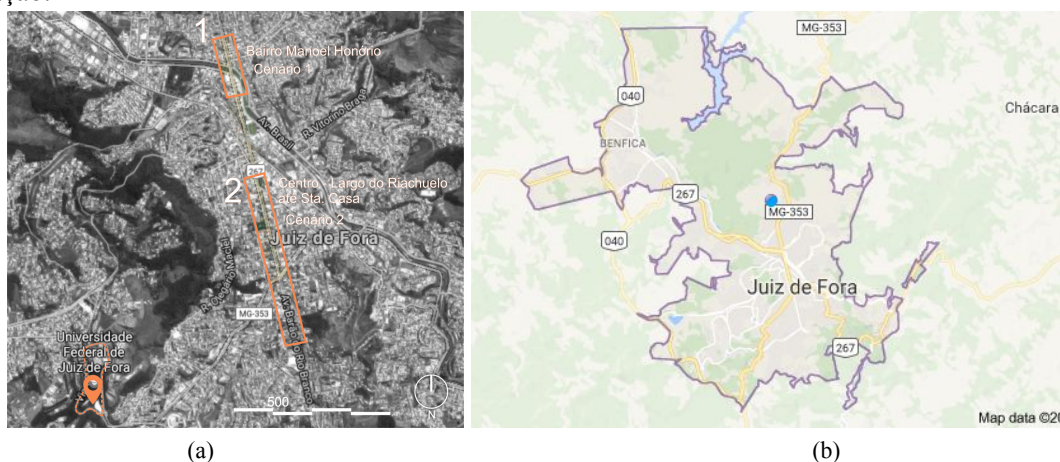


Figura 2a e 2b - Localização dos cenários da cidade de Juiz de Fora - Adaptado do Google Maps. Acessado em 16 de jun de 2017



Figura 3 - Cenário 1 - Imagens da área de estudo



Figura 4 - Cenário 2 - Imagens da área de estudo

<sup>1</sup> Orientação do modelo seguindo os seguintes dados: x angle (.deg)= 0, y angle (.deg)= 0, z angle (.deg)=0.

#### 4. RESULTADOS

Os resultados atingidos nas simulações dos cenários foram analisados de duas formas. Primeiro, foram apresentadas as avaliações de conforto do transeunte, e depois, as análises das velocidades e das diferentes pressões relativas aos ventos. Para análise dos cenários na escala do usuário foram utilizados os efeitos aerodinâmicos e escala de conforto desenvolvido por Sousa; Lamenha; Freitas; Bittencourt (2014) com base em Gandemer (1978).

Tabela 1 - Cenário de análise 1.

Cenário 1 - Manoel Honório - Segmento total - Trecho 1 da Figura 2	
Data e hora considerada: 07/11/2016, 12 horas - Diurno	Velocidade do vento de entrada: 3.6 m/s

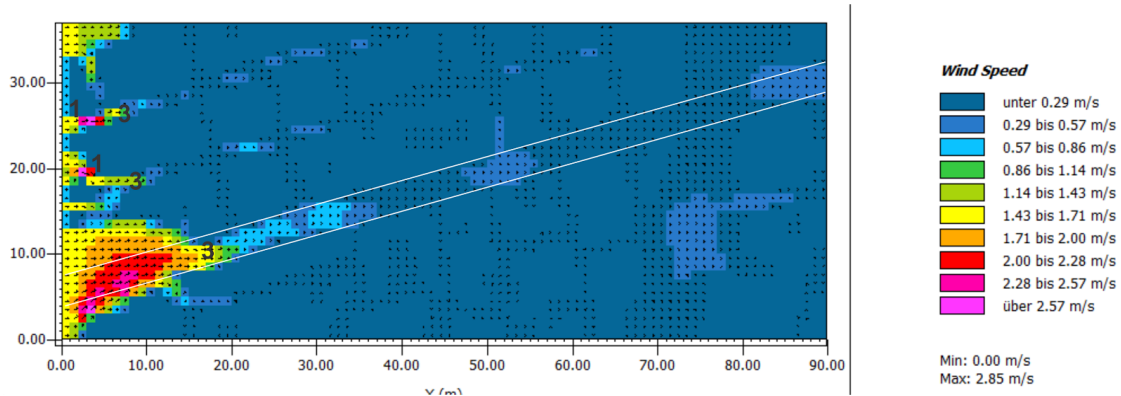


Figura 5 - Análise de velocidade e efeitos do vento no cenário 1: (1) Efeito de canto, (2) Efeito de canalização, (3) Efeito venturi.

Como pontuado na Figura 5, foram identificados os (1) Efeitos de canto em dois pontos, onde o vento claramente circunda a edificação a barlavento ganhando velocidade, e os (3) Efeitos venturi em três pontos, onde as áreas mais abertas, altas, vegetadas com o estreitamento da passagem do vento causou no meio urbano, gerando ganho de velocidade do vento na parte mais estreita e, em seguida, a perda de velocidade por dissipação natural do vento.

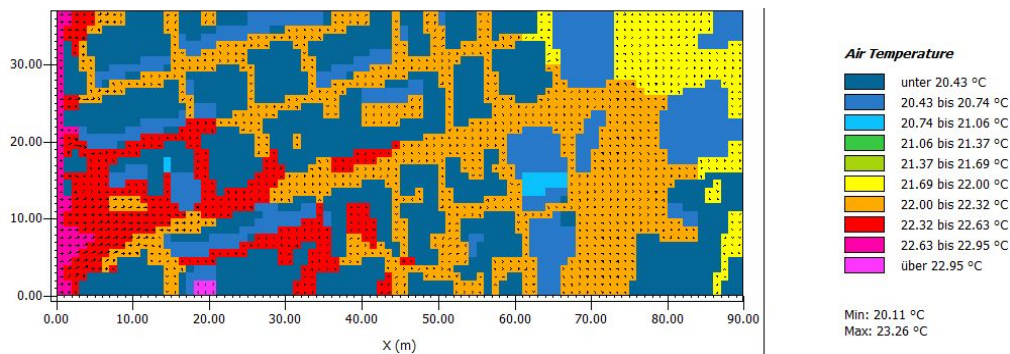


Figura 6 - Análise de temperatura do ar às 12 horas do dia 07/11/2016 no cenário 2. Fonte: autores

Percebeu-se no resultado da simulação da temperatura, na Figura 6, que os valores simulados foram próximos da temperatura máxima registrada no dia segundo o INMET e que as regiões mais quentes da área analisada são as que apresentam as cores em vermelho. As áreas mais quentes, em vermelho, apesar de serem mais ventiladas, são também mais expostas à insolação devido à topografia vide Figura 7. Quanto à umidade, na maior parte da área, se manteve próxima da umidade do ar média no dia.



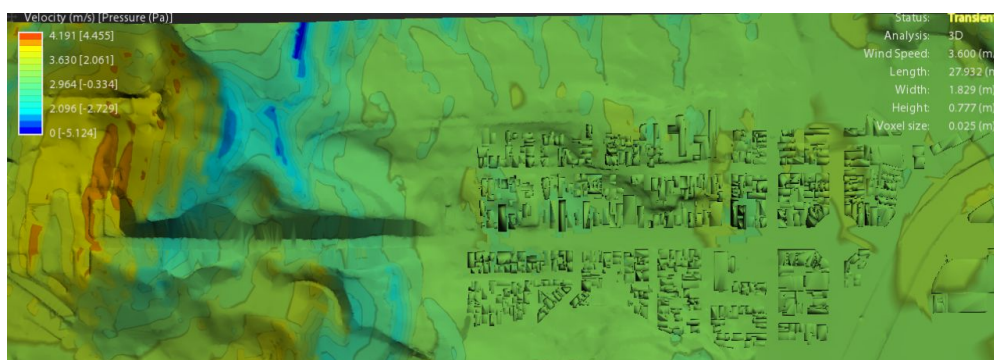


Figura 7 - Análise de velocidade do ar e pressão do vento no Flow Design no cenário 1. Fonte: autores

A topografia, como percebido na Figura 7 e Figura 8, é mais acentuada à esquerda e passa por declive até uma área mais plana à direita. As velocidades identificadas nas Figuras 5 e 8 foram próximas ou abaixo de 2,000m/s, o que coincide com os resultados das simulações realizadas pelo programa Envimet 4. Este quadro pode gerar desconforto por acúmulo de calor em períodos quentes e úmidos segundo sugere Sousa; Lamenha; Freitas; Bittencourt (2014)

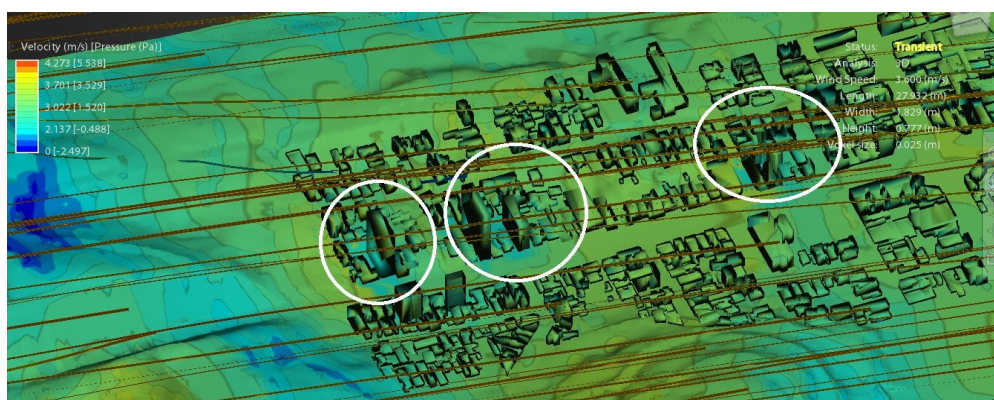


Figura 8 - Análise do fluxo do vento no Flow Design no cenário 1. Fonte: autores

Na figura 8 é possível perceber que, devido à topografia de declive em relação à direção do vento e a baixa altura dos edifícios do entorno próximo do cenário 1 da Avenida Rio Branco analisado, tem ventilação prejudicada na parte mais baixa da topografia, pois os edifícios de todo o entorno não são suficientemente altos para canalizarem o vento. Na Figura 8, foi visível também que nos casos circulados, alguns edifícios mais altos na área, gerou-se um efeito de barreira que prejudicou as edificações mais baixas posteriores, que é perceptível com a escala em tons azuis na área circulada.

Tabela 2 - Cenário de análise 2.

Cenário 2 - Parque Halfeld até a Santa Casa de Misericórdia - Trecho 2 da Figura 2 -Segmento da Rua Floriano Peixoto à Catedral Metropolitana (parte 1)	
Data e hora considerada: 07/11/2016, 12:00 - Diurno	Velocidade de entrada: 3.6 m/s

Na figura 9 é possível evidenciar o (1) Efeito de canto gerado na edificação a barlavento. Observa-se na Figura 9 e na Figura 12 o (2) Efeito de canalização gerado no curso da avenida, visto do aumento da velocidade dos ventos. Ademais, segundo também sustenta Sousa; Lamenha; Freitas; Bittencourt (2014) esta velocidade em um período úmido e quente é o bastante para gerar conforto. As velocidades identificadas na Figura 8, na Avenida Rio Branco do trecho da Rua Floriano Peixoto até a Catedral Metropolitana foram entre 1,900 m/s e 2,860m/s, dado que é confirmado na simulação na Figura 12 que apresenta a velocidade próximo de 2,046 m/s e até 3,000 m/s.

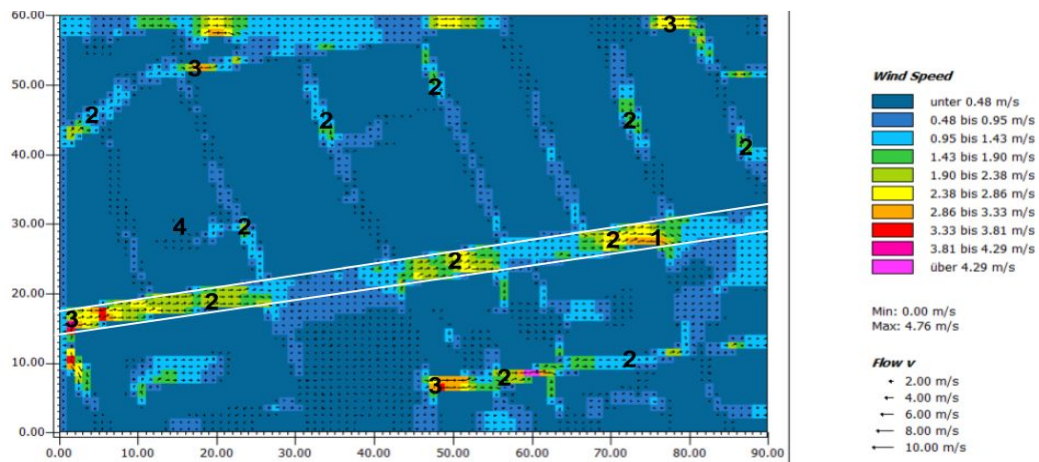


Figura 9 - Análise de velocidade e efeitos do vento no cenário 2: (1) Efeito de canto, (2) Efeito de canalização, (3) Efeito venturi, (4) Efeito de barreira. Fonte: autores

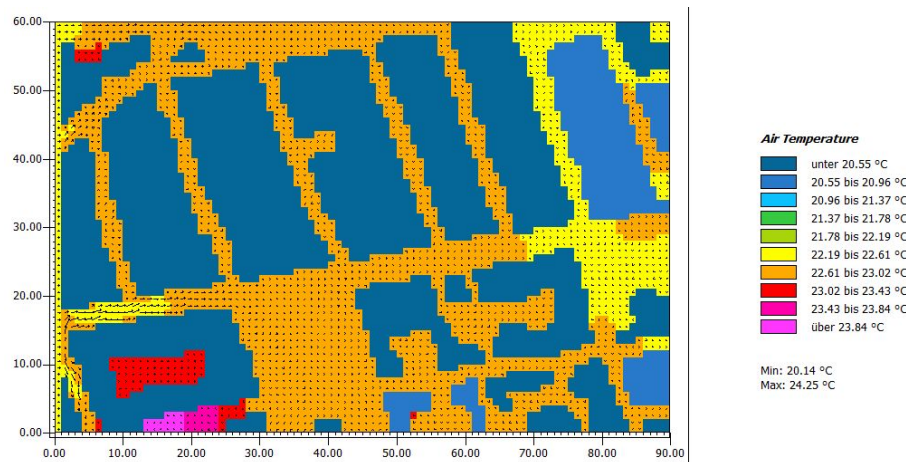


Figura 10 - Análise de temperatura do ar às 12 horas do dia 07/11/2016 no cenário 2. Fonte: autores

Na figura 9 percebe-se que, confrontando com os efeitos observados nesta mesma área vistos na figura 10 é possível afirmar que às 12 horas do dia 07/11/2016 os efeitos venturi e o efeito de canalização foram o bastante para manter o ambiente em menor temperatura. Já nas áreas um pouco mais quentes, em laranja, em geral, devem-se à menor velocidade dos ventos nos locais.

Observa-se nas Figuras 11 e 12, que a verticalização na porção mais central do centro gera espaços a sotavento à direção dos ventos com velocidades inferiores a 2,000 m/s que, segundo a escala de Sousa; Lamenha; Freitas; Bittencourt (2014), resulta em uma área de desconforto por acúmulo dos calores e qualidade dos ares comprometidos. O efeito de barreira também é perceptível e o espaço entre os edifícios não é são suficiente para permitir o bom fluxo do vento, acumulando muito calor no verão.

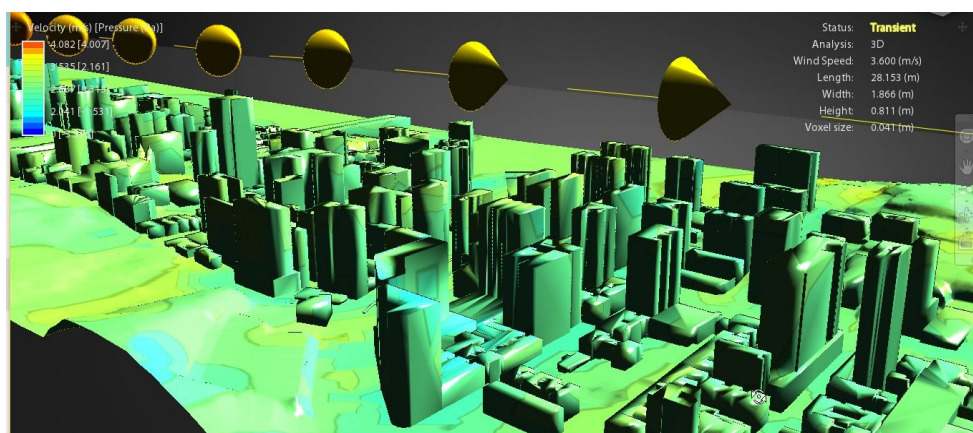




Figura 11 - Análise da velocidade e pressão do vento no Flow Design no cenário 2. Fonte: autores

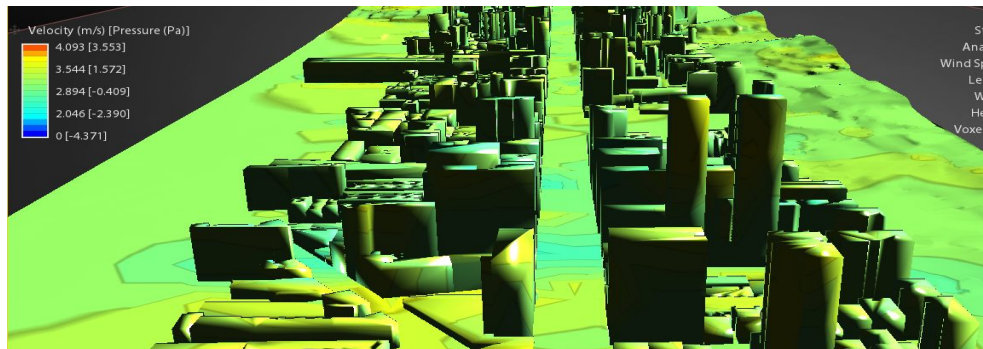


Figura 12 - Análise da velocidade e pressão do vento no Flow Design. Fonte: autores

## 5. CONCLUSÕES

A problemática principal deste trabalho residia na avaliação da verticalização na ventilação urbana da Avenida Rio Branco de Juiz de Fora. Em referência aos dados obtidos nas simulações e nas análises *in loco*, foram relacionadas as seguintes conclusões:

➤ Com os resultados obtidos percebe-se que para a área central da cidade Juiz de Fora (cenário 2) a utilização dos parâmetros da legislação vigentes, como o conjunto de diretrizes edilícias de Juiz de Fora, as Leis Municipais nº 6909, 6910 e 6911, e os parâmetros da legislação da época do incentivo à verticalização não foram adequados para o clima urbano tomando o quadro atual de Juiz de Fora, pois estes balizadores fizeram que fossem adotados os potenciais construtivos máximos e estes montes maciços criados conformaram em uma significativa justaposição (MASCARÓ,1995) que, claramente, gerou um efeito negativo por limitar a ventilação e tornando a área progressivamente mais quente no verão

➤ Tomando como base a NBR 15.220 na tabela 9- *Estratégias de condicionamento térmico passivo para zona bioclimática 3*, zona da qual Juiz de Fora faz parte, indica-se que no verão seja utilizada como estratégica a ventilação cruzada, entretanto, os vários prédios, como observados nos resultados do cenário 2 - Centro de Juiz de Fora impedem o ótimo fluxo do vento e, resultando no não aproveitamento desta estratégica, principalmente naqueles locais onde estão presentes prédios em efeito malha ou com alturas superiores, caracterizando-se assim como barreiras.

➤ Tomando como base os dois cenários analisados, o cenário 1 - Manoel Honório obteve uma melhor performance pelos seguintes motivos: (i) As grandes obstruções da ventilação não são numerosas e os espaços para incidência da radiação solar são maiores, (ii) A diversidade de tamanhos de construções gera um fluxo mais fluido que permite a abrangência dos ventos sobre as fachadas (considerando a parte externa da construção).

Observou-se com esse trabalho que nos cenários analisados os edifícios mais altos, objeto deste estudo, resultaram em uma nova forma no fluxo de vento, podendo ser indesejável, para o clima tropical por impedir a ventilação, e desejável para o inverno como quebra-vento, entretanto esta técnica deveria vir de um planejamento da área urbana que, no caso de Juiz de Fora não existe de forma consolidada e ideal. Fica claro, através do mapas de temperaturas apresentados neste trabalho que o seu aumento é devido também a falta de ventilação. Esta afirmação nos permite salientar a necessidade de instrumentos eficazes para gerar não somente conforto para os usuários, quanto cidades mais sustentáveis e equilibradas.

Sendo assim, este trabalho expressa a necessidade dos órgãos municipais atentarem para o rebatimento das legislações vigentes na ventilação do espaço urbano, visto que os resultados encontrados evidenciam a necessidade da equidade entre o crescimento urbano e o conforto do espaço

urbano na Avenida analisada. As indicações, parâmetros de orientações e encaminhamentos da verticalização e da ventilação urbana devem constar nos planejamentos urbanos a fim de se obter uma maior regulação e aproveitamento dos recursos ambientais. Em suma, é necessária a inclusão não somente de pontos relacionados à climatologia, mas de um estudos de impacto da verticalização e suas devidas reverberações na ventilação urbana na legislação urbana de forma mais aprofundada e mais específica extensivo à toda área urbana de Juiz de Fora, principalmente nas áreas mais densas.

## 5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos seguintes órgãos/repartições: à Pró-reitoria de Pesquisa da UFJF, à Pró-reitoria de Graduação da UFJF, à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFJF, à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFG e ao grupo de Pesquisa GESS do CNPQ.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. **Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações de interesse social.** ABNT, set, 2003. Disponível em: [www.labeec.ufsc.br/.../termica/...termica/texto3-0299.html](http://www.labeec.ufsc.br/.../termica/...termica/texto3-0299.html)
- ASSIS, E. S. A. abordagem do clima urbano e aplicações no planejamento da cidade: reflexões sobre uma trajetória. In: ENCAC - ENLACAC, 2005, Maceió. **Anais...** Maceió, 2005. p. 92-101. Disponível: <[http://www.fau.usp.br/arquivos/disciplinas/au/aut0225/Assis\\_2005\\_reflexoes\\_trajetoria.pdf](http://www.fau.usp.br/arquivos/disciplinas/au/aut0225/Assis_2005_reflexoes_trajetoria.pdf)>. Acesso em: 14 mar. 2017.
- CARDOSO, C. F. **100 anos de verticalização em Juiz de Fora: edifícios de apartamentos na avenida Barão do Rio Branco.** 283f. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído) – Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora (2015)
- COLCHETE FILHO, Antonio; CARDOSO, Carina Folea; MENEZES, Marluci. Habitação em Juiz de Fora: usos uni e multifamiliares em evidência. In: ALBERTO, Klaus Chaves et al (Org.). **Arquitetura e Urbanismo em Juiz de Fora: habitação, comércio, saúde e educação.** Juiz de Fora: Ufjf, 2016. Cap. 2, p. 52.
- CÓDIGO DE POSTURAS DA CÂMARA MUNICIPAL DA CIDADE DE CAMPINAS DE 1880. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/resolucao/1880/resolucao-20-10.06.1880.html>>. Acesso em: 10 jan. 2017.
- FIGUEIREDO, Cíntia Mara. **Ventilação Natural em Edifícios de Escritórios na Cidade de São Paulo: Limites e Possibilidades do Ponto de Vista do Conforto Térmico.** [Dissertação de Mestrado] São Paulo, FAUUSP 2007
- GIEDION, S. **Espaço, tempo e arquitetura: o desenvolvimento de uma nova tradição.** São Paulo: Martins Fontes, 2004.
- GUIMARAENS, C. **Paradoxos entrelaçados: as torres para o futuro e a tradição nacional.** Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 2002.
- KROGH, D. S. S.; SALGADO, I. A “modernização” da cidade de Campinas no discurso dos médicos e engenheiros no final do século XIX: reformas, reconstruções e demolições entre a estética e a higiene. São Paulo, 2014. Disponível em: <[http://www.anparq.org.br/dvd-enparq-3/htm/Artigos/SC/ORAL/SC-CDR-023\\_KROGH\\_SALGADO.pdf](http://www.anparq.org.br/dvd-enparq-3/htm/Artigos/SC/ORAL/SC-CDR-023_KROGH_SALGADO.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2017.
- \_\_\_\_\_. Lei nº 6909: dispõe sobre as edificações no Município de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 31 de maio de 1986a.
- \_\_\_\_\_. Lei nº 6910: dispõe sobre o ordenamento do uso e ocupação do solo no Município de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 31 de maio de 1986b
- MASCARÓ, L. R. **Energia na Edificação. Estratégias para minimizar seu consumo.** São Paulo: Ed. Projeto, 1995.
- ROMERO, Marta Adriana Bustos. Princípios bioclimáticos para o desenho urbano.
- ROCHA, L. M. V.; SOUZA, L. C. L.; CASTILHO, F. J. V. Ocupação do solo e ilha de calor noturna em avenidas marginais a um córrego urbano. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 161-175, jul./set. 2011. Disponível em: <<http://www.seer.ufg.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/17890/13505>>. Acesso em: 13 mar. 2017.
- SOUSA, J.; LAMENHA, M; FREITAS, R.; BITTENCOURT, L. Efeito da altura e porosidade de edifícios na ventilação urbana. In: ENTAC, 15., 2014, Maceió. **Anais...** Maceió, 2014. p.794-803. Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/entac2014/artigos/paper\\_475.pdf](http://www.infohab.org.br/entac2014/artigos/paper_475.pdf)>. Acesso em: 9 mar. 2017.
- TAVARES, C. M. G.; FERREIRA, C. C. M.; Dinâmica do vento condicionado à corredores de vento no centro urbano de Juiz de Fora- MG. In: SBCG Variabilidade e susceptibilidade climática: Implicações Ecosistêmicas e Sociais, 12., 2016, Goiânia. **Anais...** Goiânia: UFG, 2016. p.1339-1351. Disponível em: <[http://www.abclima.ggf.br/sbcg2016/anais/arquivos/eixo\\_3/trabalho%20\(45\).pdf](http://www.abclima.ggf.br/sbcg2016/anais/arquivos/eixo_3/trabalho%20(45).pdf)>. Acesso em: 5 mar. 2017.
- OLGYAY, V. **Arquitetura y Clima. Manual de disenõ bioclimático para arquitetos y urbanistas.** Barcelona: Editorial Gustavo Gili S.A. 1998
- ZAMBRANO, L. M. A. **Integração dos Princípios de Sustentabilidade ao Projeto de Arquitetura.** Tese (Doutorado em Arquitetura) – Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (2008)

Nota: 1. As escalas de cores do software Envi-met e Autodesk Flow Design não podem ser lidas apenas pelo dado visual (escala de cores), visto que elas são uma mensuração de uma faixa de valores, por isso a necessidade de sempre serem lidas conjuntamente.

2: Adotou-se neste artigo três casas decimais após a vírgula, não havendo nenhuma supressão, como segue o exemplo: 3,000