

PLANEJAMENTO URBANO DE UMA ÁREA DE EXPANÇÃO DO DISTRITO FEDERAL/BRASIL, AUXILIADO POR SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

C. F. e Silva, J. T. Fernandes, M. S. Cintra, B. C. Pereira, M. A. B. Romero

RESUMO

O Distrito Federal do Brasil é caracterizado por ser uma região em franco desenvolvimento e expansão, uma vez que possui o segundo maior mercado imobiliário do país e reúne grande oferta de emprego. Dessa forma, torna-se foco de muitos estudos, sobretudo de planejamento urbano e da avaliação da sua qualidade ambiental. Este artigo apresenta um estudo de caso realizado no Setor Industrial do Gama (Região Administrativa II, com população de 40 mil habitantes, que está localizada a 31km do Plano Piloto – Brasília). Descreve-se, por meio de simulações tridimensionais microclimáticas realizadas no software ENVI-met, diferentes cenários projetados para diferentes adensamentos e potencial de verticalização. Das simulações realizadas, apresentam-se as principais divergências entre o cenário urbano atual do Setor em contraponto com cenários fictícios que representam as propostas de planejamento territorial com maior adensamento populacional, e conseqüente verticalização da área, destacando as premissas de urbanismo bioclimático que devem ser seguidas visando a minimização dos impactos ambientais e climáticos para a região.

1 INTRODUÇÃO

A maioria das cidades brasileiras, de médio e grande porte, sofre com os problemas espaciais decorrentes da expansão das periferias urbanas, em função da ação de mecanismos econômicos, políticos e sociais. Os agentes que interferem na estruturação e na dinâmica da mancha urbana assumem características locais, com especificidades próprias que torna complexo o entendimento do processo de urbanização.

O conceito de sustentabilidade urbana e ambiental e a sua abordagem sistêmica de qualidade devem fazer parte das diretrizes para o desenvolvimento urbano. O urbanismo sustentável, em sua essência, trata da dinâmica da paisagem urbana e diversos conceitos como a mutabilidade dos espaços, equidade social e harmonia, vislumbrando a eficiência energética, a otimização dos recursos, os sistemas cíclicos, a valoração cultural, histórica e regional, entre outros elementos de complexas inter-relações.

A qualidade do espaço urbano está diretamente relacionada à qualidade de vida na cidade, lugar que reúne cada vez mais pessoas, e torna-se o foco dos estudos e atenções, uma vez que, a partir do ano 2000, o Brasil passou a acumular mais de 82% da população em áreas urbanas (Pinheiro, 2002, p. 10). No período de 2002 a 2007, a população das cidades

médias cresceu à taxa de 2% ao ano, mais que as taxas das cidades grandes (1,66%) e das cidades pequenas (0,61%). Do ponto de vista populacional, as cidades grandes e pequenas encolheram entre 2000 e 2007, enquanto as médias cresceram. As médias concentravam 23,8% da população em 2000 e passaram a 25,05% em 2007. As grandes caíram de 29,81% para 29,71%, e as pequenas, de 46,39% para 45,24%, no mesmo período (IPEA, 2008).

No Brasil, em 1960, o Distrito Federal foi transferido para um quadrilátero na região central do país, onde foi edificada a cidade de Brasília, a nova capital, fruto de um concurso público nacional vencido pelo urbanista Lúcio Costa. O DF é composto pelo Plano Piloto e por cidades, organizado em 30 Regiões Administrativas – RA (Figura 1). As Regiões Administrativas são áreas territoriais do DF, cujos limites físicos, estabelecidos pelo poder público, definem a jurisdição da ação governamental para fins de descentralização administrativa e coordenação dos serviços públicos de natureza local.

No DF, os problemas decorreram da forte urbanização de seu espaço físico, que se mostra como um quadro predominantemente urbano, pois, segundo IBGE (2007) 95,62% da população no Distrito Federal é urbana, configurando um cenário superior à média nacional. Porém, o modo de ocupação e a densidade são extremamente contraditórios entre as aglomerações urbanas no DF, como por exemplo quando se compara a densidade bruta da cidade de Ceilândia, de 120,18 hab/ha, com o Plano Piloto, que tem hoje menos de 10 hab/ha.

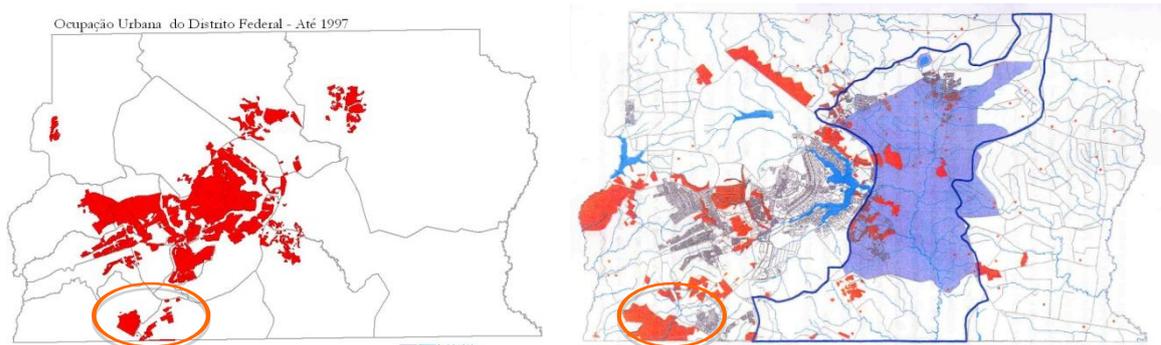


Figura 1: Ocupação Urbana do DF até 1997 e Figura 2: Ocupações irregulares até o ano 2000 Com destaque para a area de estudo. Adaptado de Holanda, 2007

O desempenho ambiental das cidades depende tanto do clima pré-existente quanto de modificações climáticas introduzidas pela urbanização, principalmente quando o crescimento urbano acelerado ameaça a qualidade ambiental dos espaços. Os condicionantes climáticos, como velocidade e direção dos ventos, a qualidade do ar, a radiação solar e a umidade relativa podem ser afetadas principalmente pelo volume de massa construído, pela forma das edificações, poluição atmosférica, alterações das superfícies que aumentam o calor (reflexão e absorção), impermeabilização do solo e escassez de vegetação e água.

Vê-se que o processo de urbanização tende a modificar os ecossistemas naturais, aumentando a temperatura, reduzindo a umidade, além de alterar a composição química da atmosfera, o que acarreta a criação de microclimas. Estes, por sua vez, apresentam condições de habitabilidade e sustentabilidade nem sempre satisfatórias ampliando a necessidade de intervenções urbanas bioclimáticas que podem reverter ou minimizar estas consequências.

Dessa forma, percebe-se que muitos dos problemas causados pelo processo de urbanização estão intimamente relacionados ao microclima, o que tem feito crescer o número de pesquisas sobre o desempenho climático dos espaços urbanos. Isto é justificável, uma vez que as variáveis do clima urbano afetam não somente os espaços abertos, mas atuam de forma clara nos espaços construídos, repercutindo diretamente no conforto dos usuários.

Dentro deste contexto, com o uso da ferramenta de simulação computacional ENVI-met, foi realizado um estudo bioclimático no Setor Industrial do Gama, (Região Administrativa II-DF), para avaliação das propostas de alteração do uso do solo, de industrial para residencial, com a introdução de Habitações Coletivas, propostas pelo Plano Diretor Local. O PDL indica possíveis cenários a longo prazo, com diferentes densidades de ocupação da área, e por isso, as simulações avaliaram as alterações causadas pelo aumento de massa construída em parâmetros previamente estabelecido: temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos.

2 CARACTERIZAÇÃO DO DISTRITO FEDERAL

2.1. Dinâmica da Urbanização

Segundo Anjos (2008), na dinâmica do espaço urbano do DF existem dois grupos de agentes. O primeiro com uma função dinamizadora da urbanização, estimula o crescimento e já o segundo, de estruturas espaciais, com um ação inibidora da expansão urbana.

Os agentes dinamizadores do crescimento do DF são:(Anjos, 2008)

- i. Pólo de Atratividade Principal (Plano Piloto), Complementar (Taguatinga, Ceilândia, Samambaia e Recanto das Emas) e Secundários (Sul: Gama e Santa Maria; Norte: Sobradinho e Planaltina), responsáveis pela geração de postos de trabalho e alta densidade populacional;
- ii. Anel Semi-Radial de Consolidação de Parcelamentos com Vários Padrões Urbanísticos: manchas de parcelamento urbano privados para várias classes sociais, que atuam num contexto de déficit habitacional. São empreendimentos imobiliários que quase sempre desconsideram as legislações vigentes;
- iii. Vetor de Crescimento Urbano em função da malha viária: Principal (Plano Piloto Guará, Núcleo Bandeirante, Taguatinga, Samambaia, Ceilândia, Recanto das Emas, Santa Maria e Gama) e Secundários (sentido da Bacia do Rio São Bartolomeu e porção Oeste-Sudoeste do DF, no sentido do Gama, de Águas Lindas e de Santo Antônio do Descoberto);
- iv. Localidades Fronterizas ao DF com Significativa Consolidação de Parcelamentos Populares: o entorno dos estados de Goiás e Minas Gerais. ((Santo Antônio do Descoberto, Águas Lindas, Planaltina de Goiás, Formosa e Novo Gama).

Já os agentes inibidores do crescimento do DF, que estabilizam a dinâmica territorial são: (Anjos, 2008)

- i. Espaços de Grandes Culturas, com Predomínio de Hortifrutigranjeiros e de Florestas Plantadas de Preservação (agroindústrias no Leste do DF);
- ii. Unidades de Preservação Permanentes (unidades ambientais: Águas Emendadas, Jardim Botânico, Universidade de Brasília e Parque Nacional);

iii. Área de Topografia Movimentada e Terrenos com restrição Físico-Ambiental (eixo Norte- Nordeste)

A partir da análise do processo de urbanização do DF, com sua dinâmica particular de crescimento, é fundamental avaliar os impactos do desenvolvimento urbano, dentre os quais pode-se destacar as alterações no microclima.

O meio natural é afetado por o processo de urbanização, assim como os condicionantes ambientais também afetam a morfologia da urbanização. “Tais alterações podem, de maneira bastante sumária, ser identificadas no aparecimento de um microclima urbano, nas modificações da propagação do som e da luz e no processo de materialização da forma, constituído pelos efeitos térmicos, pelo equilíbrio energético-urbano, pelo vento, pelos espaços verdes, pela água como material de acondicionamento, pelo mobiliário urbano.” (Romero, 1999)

A cidade modifica o clima local através das alterações da superfície, produzindo um aumento de calor responsável pelas modificações na ventilação, na umidade e nas precipitações, sendo por isso, de suma importância, a gestão do crescimento urbano, através de um monitoramento e ordenamento do espaço das cidades, para que garantam maior qualidade de vida e conforto ambiental, premissas do urbanismo sustentável.

2.2. Clima

Brasília é uma cidade que possui características particulares desde a sua criação. Para a sua localização buscou-se um sítio, baseado em fatores econômicos e científicos, bem como nas condições do clima e beleza do lugar, evitando problemas correntes em cidades sem planejamento.

Romero (2006) afirma que o sítio de Brasília pode ser descrito por três fenômenos principais: 1) Massa contínua de chapadas elevadas formando um espaço geograficamente delimitado; 2) Uma colina de encostas suaves centralizada neste espaço e 3) Rede hidrográfica introduzindo elementos naturais de centralização e direcionamento.

A autora também destaca que a apreciação climática dos sítios foi baseada nas características de temperatura, umidade, precipitação, vento, cobertura de nuvens, altitude e conformação; nos níveis macroclimático, mesoclimático e microclimático.

Destaca ainda que o local escolhido para a nova capital, denominado de Sítio Castanho, é um sítio convexo, aberto a todas as influências dos ventos predominantes, sendo a área do sítio bem drenada, condição que reduzirá a umidade a um mínimo, coberta com uma floresta de árvores baixas que dessa forma reduzirá a temperatura do solo e a influência da radiação noturna. (ROMERO, 2000). Dessa forma, Brasília encontra-se localizada no centro-oeste do Brasil, na latitude 15°52 Sul e longitude 47°52 Oeste, com altitude de 1.061 m.

Quanto à classificação climática, Brasília apresenta-se como um Clima Tropical de Altitude caracterizando-se por grandes amplitudes diárias e duas estações definidas: quente-úmida (verão) e seca (inverno).

No clima Tropical de Altitude é comum a sensação de desconforto no homem por causa da temperatura elevada durante o dia e que diminui abaixo dos limites de conforto durante a

noite. A temperatura média situa-se entre 19°C e 26 °C durante o dia. Existe uma forte perda noturna por radiação no período seco. A radiação difusa é intensa no verão e menor no inverno. A autora considera esse clima seco pela pouca quantidade de umidade do ar (aproximadamente 70%). Os ventos mais constantes são sudeste e leste no inverno seco e noroeste no verão chuvoso.

Em relação aos elementos climáticos a serem controlados, pode-se destacar as seguintes diretrizes (Romero, 2001):

Temperatura: buscar reduzir a produção de calor em razão da condução e da convecção dos impactos externos

Ventos: aumentar o movimento do ar no período úmido e no período seco sem poeira

Umidade: Aumentá-la na época seca diurna e noturna

Radiação: Reduzir a absorção de radiação urbana nos edifícios na seca

3. OBJETO DE ESTUDO

Como objeto desta análise de desempenho ambiental, foi escolhido o Setor Industrial do Gama (RA II), em virtude das propostas do SEDUMA (Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente) para alteração do uso e gabarito deste setor, previsto na Lei Complementar nº 728, de 18 de agosto de 2006 (Plano Diretor Local do Gama – PDL) e na Lei Complementar nº 803, de 25 de abril de 2009 (Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal – PDOT, 2009) para as quadras QI 1 a QI 7 e Praça 1 do Setor Leste Industrial do Gama. Além disso, são previstas alterações no sistema viário da área que repercutem em forte impacto no entorno da Região Administrativa do Gama, localizado na região sul do DF, um dos importantes pólos de crescimento urbano (Figura 3).



Figura 3 – Localização do Gama e seu setor Leste – Industrial.

4. METODOLOGIA: Simulação de Desempenho Ambiental

Para o Setor Industrial do Gama, dentro do plano de expansão urbana do DF, com previsão de aumento das áreas para habitação, foram estabelecidos cenários em função da ocupação gradativa dos terrenos e aumento do gabarito das edificações. O PDL previa 7 cenários, dentre os quais foram selecionados os três mais significativos para análise da dinâmica da urbanização proposta e os impactos no desempenho ambiental do setor.

Cenário 1: situação atual, com predomínio de edificações industriais, principalmente galpões de 2 pavimentos, com baixa taxa de ocupação e densidade, e a inserção das edificações cujos projetos já foram aprovados para construção.

Cenário 3 ou Intermediário: taxa de aproveitamento de 2,52 (PDL), com 100% das edificações implantadas, com média de 12 pavimentos.

Cenário 7: situação extrema, representa a situação mais densa do setor, com taxas de aproveitamento de 3 e 6 e com ampla verticalização das edificações, com média de 18 pavimentos e máximo de 28 pavimentos.

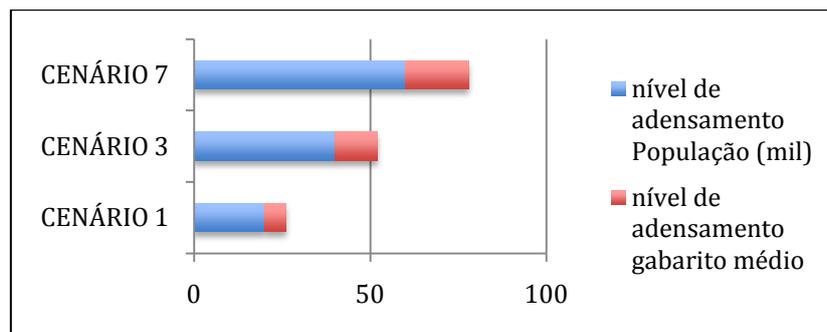


Gráfico 1 – Comparação do Nível de Adensamento para os 3 cenários - Relação entre população e gabarito médio das edificações.

Para a avaliação do desempenho ambiental dos 3 cenários propostos para o Setor Industrial do Gama, foi utilizado o programa ENVI-met para a realização de simulações computacionais. Sua proposta baseia-se no prognóstico das leis fundamentais da dinâmica de fluidos e da termodinâmica. O modelo inclui a simulação de: enchente ao redor e entre edifícios troca de processos de calor e vapor na superfície do solo e nas paredes turbulência troca de vegetação e parâmetros de vegetação; bioclimatologia; dispersão de partículas, entre outros aspectos (BRUCE, 2008).

Foram inseridos os dados referentes aos diferentes cenários, criando-se um arquivo para cada cenário e submetidos a simulações em computadores diferentes, embora utilizando o mesmo arquivo de configuração de dados climáticos para a cidade de Brasília, contendo dados de temperatura do ar, temperatura atmosférica, velocidade e direção dos ventos dominantes e fator de rugosidade do terreno em que fica localizada a estação de coleta de dados. Depois disso, são inseridos os dados de vegetação (com variação de densidades de folhagem), diferentes revestimentos do solo e os gabaritos das edificações existentes ou projetadas (Figura 4).

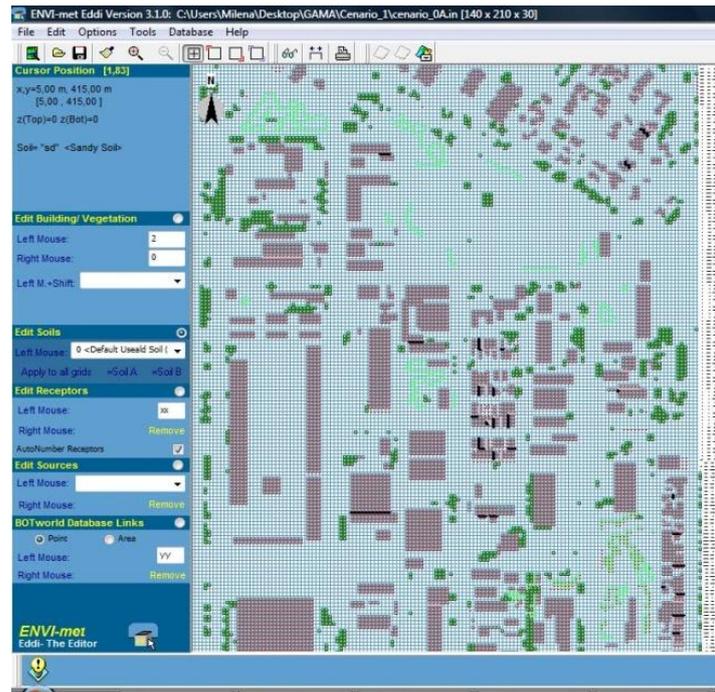


Figura 4 – Interface do ENVI-met mostrando a inserção de dados: vegetação, revestimento do solo e gabarito das edificações.

Para a finalidade deste trabalho, foram realizadas simulações com diferenciados ordenamentos, quantidades e tipos de vegetação nos pontos estudados, como também com diversos materiais de revestimento de solo, em diferentes proporções e índices de permeabilidade. Para isso, será seguida a metodologia de Duarte et. al (2008), em que usa simulações paramétricas explorando as diferentes formas de distribuição verde no espaço e seu impacto em diferentes configurações urbanas, a fim de verificar as reduções da temperatura e o aumento da umidade do ar, como também a de Silveira (2005) que estuda o desempenho da ventilação no espaço livre.

As simulações foram apresentadas por horário do dia, comparando-se as áreas entre si e focando os principais impactos com a inserção de novas construções.

O mês de setembro foi escolhido para as simulações, por representar a época quente e seca, e, logo, mais significativa como uma situação de desconforto para a cidade de Brasília e entorno.

Os horários em que foram gerados os mapas de simulação são às 9 h, 15 h e uma extração de dados adicional de 12h. Para isso, seguiu-se o preestabelecido pela OMM – Organização Mundial de Meteorologia.

De modo a possibilitar um melhor desempenho nas simulações e maior precisão nos resultados, a área de estudo (Setor Industrial do Gama) foi dividida em duas partes: A e B (Figura 5). No entanto, para a interpretação dos resultados, esta análise considerou as subáreas A e B como uma grande área unificada, sendo apresentados e discutidos os resultados das simulações para os horários significativos para o microclima do setor.

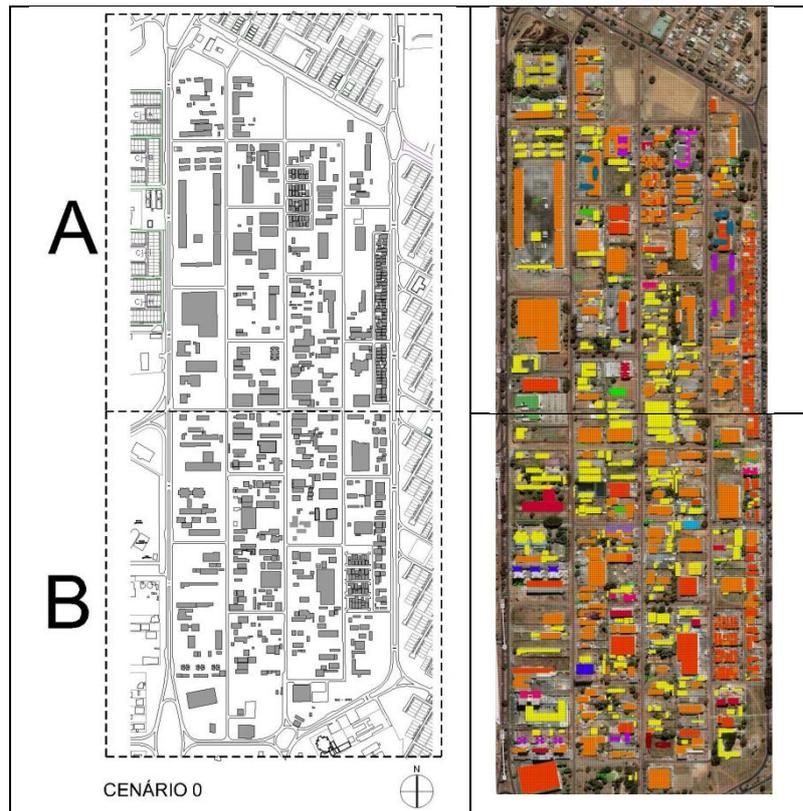


Figura 5 – Área analisada compartimentada em Partes A e B

5. RESULTADOS

Por meio de avaliação sensorial e medição no local, percebeu-se que o Setor Industrial do Gama, atualmente, possui uma baixa qualidade ambiental, pois não existem elementos e configuração morfológica que promovam conforto ambiental nos espaços urbanos.

São observados, numa primeira análise, alguns pontos mais críticos: degradação espacial das edificações e vias, áreas verdes deterioradas, arborização insuficiente e ausente na área interna do setor, impermeabilização do solo (vias e calçadas), ausência de espaços de convívio, inexistência de mobilidade para os pedestres, poucos espaços gregários e com baixa qualidade ambiental (praças), sensação de insegurança pela ausência de pessoas, e ruído proveniente de pequenas fábricas e indústrias que existem no setor.

As propriedades físicas dos materiais constituintes da massa edificada, da vegetação e das superfícies, pavimentadas ou não, dentro da estrutura urbana influem diretamente na quantidade de energia térmica acumulada e irradiada para a sua atmosfera e são expressas, principalmente, pelo albedo, absorção e emissividade. Dessa forma, contribuem para aumentar as temperaturas em um determinado espaço alterando inclusive o microclima.

Tendo em vista que o desconforto térmico é um dos problemas encontrados neste setor, apresenta-se, portanto, o resultado das simulações microclimáticas realizadas. Nelas, os parâmetros relacionados ao microclima podem ser observados espacializados nos três cenários escolhidos (real, 3/intermediário e 7).

Observa-se o resultado das manchas de temperaturas extremas para os dois cenários mais díspares, onde as áreas de valores com temperaturas máximas (maiores que 30°C ou 303 K) amplia-se no Cenário 07, se comparado ao Cenário Intermediário. A grande área branca refere-se às áreas sombreadas pelas edificações. Assim, recomenda-se um equilíbrio entre áreas sombreadas pelas edificações. (Figura 6).

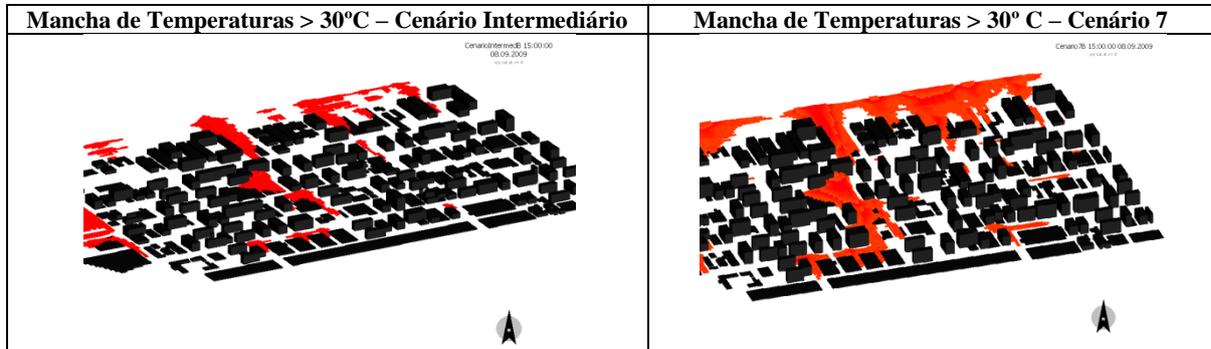
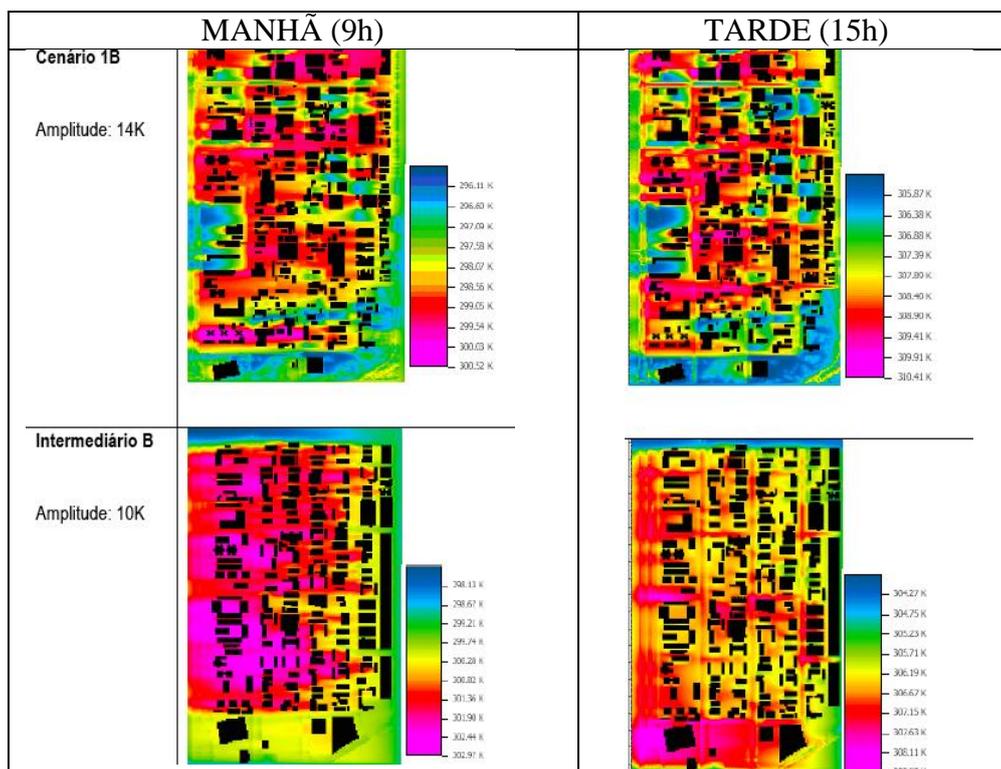


Figura 6 – Manchas de temperaturas extremas x áreas sombreadas (15 h do mês de agosto)

O resultado da simulação abordado neste artigo é o valor de temperatura do ar, expressa em graus Kelvin, onde as cores frias representam temperaturas mais amenas, e, portanto, mais confortáveis climaticamente, e as temperaturas mais extremas por ao calor são expressas por cores quentes. Assim, pode-se verificar uma maior área com cores frias (que representam as menores temperaturas) em todos os horários do cenário 1B. Os valores atingem mínimos de 296 K às 9 h, por exemplo. Às 12 h, devido ao sol a pino e consequente menor sombreamento no nível do solo, o cenário 1B atinge valores máximos de 301,76 K contra 305,32 K do cenário 7B. Às 15 h, os cenários Intermediários e 7B apresentam valores máximos inferiores aos valores do cenário 1B. Isso ocorre devido ao maior sombreamento que as edificações projetam sobre o solo (Figuras 7).



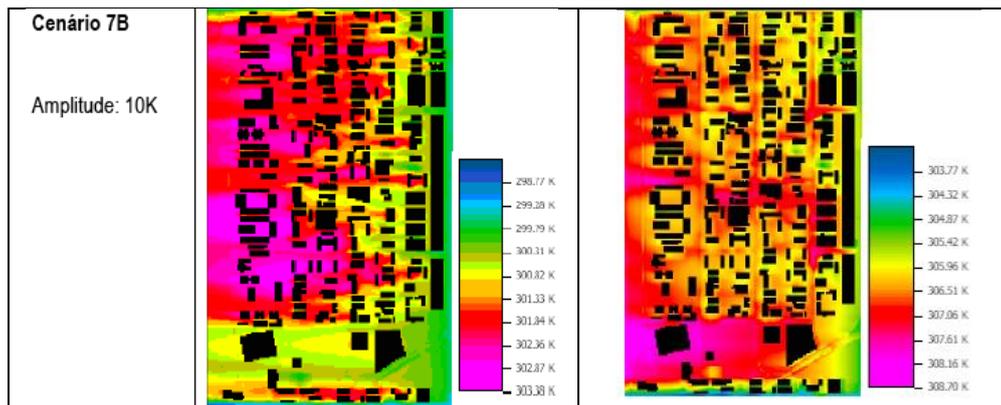


Figura 7 – Resultado das simulações de temperatura do ar para o setor.

6. CONCLUSÃO

O diagnóstico obtido pelas análises computacionais indicou diferentes possibilidades de alteração no uso do solo da região. No entanto, estabeleceu também algumas diretrizes que devem ser seguidas para uma alteração de uso industrial para residencial mais adequada. Para isso, foram estabelecidas novas prescrições urbanísticas específicas para a região, como novas possibilidades de gabarito das edificações, larguras de calçadas, larguras de ruas, incentivo a uso de pilotis e planos de arborização, dentre outros.

Detectou-se que as áreas permeáveis são isoladas e degradadas, configurando vazios urbanos, com o solo sem revestimento ou terra nua. Esses são os locais de maior umidade, pela presença da terra, mas são esteticamente e espacialmente inibidores da presença dos usuários. Constatou-se também que a arborização e forração vegetal são insuficientes, localizadas na periferia do Setor Industrial do Gama, principalmente nos canteiros centrais das avenidas de contorno. Existe grande potencial de revitalização das áreas verdes, para melhoria do conforto ambiental do setor, além de possibilidade de maior qualidade nos espaços públicos de convivência.

Destaca-se que o produto deste estudo foi aprovado em Audiência Pública realizada no Gama no segundo semestre de 2009 e foi aprovado pela Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente do Distrito Federal – SEDUMA, desde que fosse seguidas as premissas estabelecidas no estudo elaborado por estes pesquisadores.

Indicou-se que para alteração de uso do setor, de industrial para residencial torna-se essencial uma requalificação espacial dos espaços públicos, pois as necessidades de qualidade ambiental são diferenciadas. Atualmente a área está deteriorada, não adequada para a mobilidade de pedestres e não permitindo aos usuários espaços adequados para a vida cotidiana. Não existem equipamentos e mobiliários urbanos, que convidem e sugiram à permanência e ao convívio, qualificando os espaços de cotidiano, importante na escala residencial.

É importante ressaltar que, para uma intervenção num espaço público ser bem sucedida, deve haver uma combinação de fatores que assegurem sua vitalidade permanente; buscar uma qualidade de implantação com lugares explicitamente convidativos e agradáveis, com uma correta execução e, principalmente implementar instrumentos fatídicos para uma

manutenção exímia e constante, incorporando a comunidade local, o que auxilia a permanência das intervenções e a redução dos custos.

Percebe-se, com este estudo, a importância do monitoramento da expansão do território para que seja feita com um planejamento adequado. Aponta-se que esses estudos podem ser feitos em outras Regiões Administrativas, que representem novos eixos de expansão do DF, e possuam sua densidade urbana em franca expansão, atraindo mais pessoas, emprego e desenvolvimento. Estudos que monitorem o espaço urbano e orientem diretrizes de intervenção contribuem efetivamente no planejamento e na gestão territorial, garantindo assim uma melhor qualidade ambiental no espaço urbano.

6. REFERÊNCIAS

ANJOS, R.S.A dos (2008). **Dinâmica Territorial: Cartografia – Monitoramento – Modelagem**. Brasília: Mapas Editora & Consultoria.

Bruse, M. (2008). **ENVI-met software. 3.1 On-line Manual**. Disponível em: <http://www.envi-met.com>. acesso em: 20/12/2008. 2008.

Duarte, D. H. S; SPANGENBERG, J. ; JOHANSSON, E. ; SHINZATO, Paula, (2008). Simulation of the influence of Vegetation on Microclimate and Thermal Comfort in The city of São Paulo. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 3, p.1-19.

Givoni, B. (1969). **Man, Climate and Architecture**. Elsevier Publishing Company Limited: Amsterdam – London – New York.

INMET, (2007). **Relatórios de Dados Meteorológicos**. EMBRAPA. Brasília – DF, 2007.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Relatório Anual do Censo Demográfico**, 2007.

Paviani, A. Gouvêa, L.A.C. (org.) (2003). **Brasília: controvérsias ambientais**. Brasília: Editora Universidade de Brasília.

Romero, M.A.B. (2000). **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano**. Proeditores, São Paulo.

Romero, M.A.B. (2006). **As características do lugar e a sustentabilidade de Brasília**. FAU/UnB. Disponível no periódico eletrônico P@ranoá, <http://www.unb.br/fau>, acesso em 12/05/2008.

Silva, C. F. (2009). **Desempenho Ambiental de Vias Públicas na Cidade de Teresina**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília.

Silveira, S. Q. (2005). **Ventilação Urbana no Município de Belo Horizonte**. Escola de Arquitetura – Universidade Federal de Minas Gerais. Relatório de Iniciação Científica. Belo Horizonte.

PDOT, Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal, (2009).