

Indicadores ambientais urbanos: análise das ilhas de calor, concentração de CO² e níveis de ruído no centro de Feira de Santana – Bahia.

Ricardo Augusto Souza Machado
Luana Brito Lima
Michelle Pereira da Costa da Silva

Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS
georic@terra.com.br
luanabrito@gmail.com
chell_hc@hotmail.com

Abstract: This paper sought to evaluate the environmental quality of the center of Feira de Santana - BA, having as object of study Avenida Getúlio Vargas, where indicators of heat islands, CO² concentration and noise levels were considered. The data collected were worked in computer environment using the software ArcMap, ArcGIS 10 platform, with the orthophotos on the scale of 1: 2,000. Maps of analysis substantiated on IDW interpolation method, based on the spatial dependence model were produced. Environmental indicators allow the monitoring of pre-established parameters and from the behavior of the measured subsidize remediation actions, mitigation and control of these parameters. As a result, there was a preponderance of dark materials, lack of green areas and the large concentration of vehicles, suggesting the incorporation of new values in the urban management of the city, to ensure best environmental conditions for the local people.

Palavras-Chave: Qualidade ambiental, meio ambiente urbano, IDW interpolador, uso e ocupação do solo. Environmental quality, urban environment, IDW interpolation, use and occupation of land.

1. Introdução

A partir da década de 1960 o rápido e descontrolado crescimento das cidades, atrelado a um modelo de desenvolvimento que pouco se preocupou com uma distribuição equitativa de bens, serviços e infraestruturas, criou e ampliou desigualdades nos espaços urbanos e também nas condições de vida da população, depositária dos efeitos alarmantes da poluição e da consequente degradação desses espaços.

Esta condição de deterioração da cidade vem estimulando em diversas instâncias do conhecimento a busca por iniciativas e ações capazes de compreender os processos responsáveis pela perda de qualidade dos ambientes urbanos e também os mecanismos necessários à mitigação dos seus efeitos, numa perspectiva de tornar a cidade menos hostil e desconfortável para os seus habitantes.

A busca pela qualidade ambiental urbana está assim relacionada com as condições ideais do espaço habitável e é parte essencial para a qualidade de vida humana. É a procura pelo equilíbrio entre os elementos da paisagem resultantes de um ordenamento espacial e territorial, dos diversos tipos de usos do solo, dos diferentes interesses atuantes sobre a cidade equalizados com as condições adequadas à convivência e a mobilidade da população.

Há quase 30 anos a utilização de indicadores ambientais tem se constituído ferramenta valiosa no entendimento do energético relacionamento que as sociedades desenvolvem com o meio que as cerca e dos efeitos dessa relação que reverberam sobre esta mesma sociedade. A qualidade ambiental passou a ser mensurada por indicadores que permitiram a percepção integrada dos diferentes fatores sociais, econômicos e ecológicos, conforme estabelecido na Agenda 21 (ONU, 1992), e que se encontram mais próximos e conflitantes nos ambientes urbanos. São modelos destinados a monitorar ou comunicar situações, verificar tendências e evoluções, traduzindo e simplificando estas informações em dados objetivos fundamentais a uma maior compreensão da realidade.

Partindo deste contexto, este trabalho traz o resultado da aferição de três indicadores que influenciam na qualidade ambiental das cidades grandes e médias, assim como de seus subespaços, perturbando o bem estar dos seus cidadãos. Os estudos sobre ilhas de calor, concentração de CO² e poluição sonora foram realizados na cidade de Feira de Santana – BA, considerada uma aglomeração de porte médio, que vem passando por um intenso processo expansão de seu perímetro urbano e pelo início da verticalização do seu centro, estimulados pelo crescimento das atividades secundárias e terciárias em sua economia.

Capazes de aprimorar a gestão dos espaços urbanos, os indicadores ambientais contribuem para um melhor entendimento e aproveitamento dos dados gerados, e, principalmente, por que funcionam como instrumentos de prevenção contra a degradação urbana, possibilitando melhores condições no processo de tomada de decisão.

2. Metodologia de Trabalho

Este trabalho foi fundamentado em referências bibliográficas, sites e normas técnicas envolvendo os temas ligados às ilhas de calor, poluição sonora e concentração de dióxido de carbono (CO²) em áreas urbanas. Concomitantemente, realizou-se uma breve contextualização da evolução urbana de Feira de Santana e suas implicações na qualidade ambiental, tendo como referência os parâmetros analisados. A delimitação da área de estudo levou em consideração a zona mais dinâmica e movimentada da cidade, partindo do pressuposto que os veículos automotores são os principais responsáveis pela poluição sonora e emissão de CO². Para tanto, a densidade de edificações e a arborização nas vias de tráfego tornaram-se características importantes dentro das questões levantadas na pesquisa. Assim definiu-se um trecho da Avenida Getúlio Vargas, área central da cidade, como palco dos experimentos.

As medições foram realizadas com equipamentos profissionais de coleta, seguindo critérios e normas nacionais vigentes. A determinação dos níveis de ruído seguiram os padrões estabelecidos pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo), resolução 012/2009/P e NBR 10.151. A aferição da concentração de dióxido de carbono foi realizada com a utilização de medidor digital portátil. Os dados de temperatura ambiente foram obtidos por termohigrômetro digital e a temperatura de superfície de materiais com o uso de termômetro laser digital. Como procedimento para obtenção dos dados merece destaque:

- A coleta de dados em campo foi realizada numa sexta-feira (21/02/2014), onde não ocorreram eventos atípicos ou extraordinários.
- Os dados foram obtidos entre as 11:30 e as 13:00 horas, com tempo limpo a parcialmente nublado.
- O intervalo de tempo para medição em cada ponto de coleta foi de 10 minutos;
- A medição de ruído e de concentração de CO² foi realizada simultaneamente, assim como a coleta de informações sobre a temperatura média do ar e umidade relativa;
- A temperatura de superfície de materiais foi medida instantaneamente.

Os dados coletados foram trabalhados em ambiente computacional, utilizando o software ArcMap, plataforma ArcGIS 10. Foram produzidos mapas de ruído, concentração de CO² e temperatura ambiente a partir da interpolação do resultado dos pontos de coleta tendo como base ortofotos na escala de 1:2.000. Os locais de coleta foram estabelecidos em função das características dos materiais construtivos, do fluxo e concentração de pessoas, veículos e da presença ou não de cobertura vegetal. O método de interpolação usado foi o IDW, modelo baseado na dependência espacial: supõe que quanto mais próxima estiver uma amostra da

outra, maior será a correlação dessa amostra com seus vizinhos. Dessa forma, atribui maior peso para as amostras mais próximas do que para as mais distantes do ponto a ser interpolado. Este experimento passa atualmente por ajustes metodológicos e de calibração de modelo.

3. Resultados e discussão

O termo indicador tem origem no latim *indicare*, verbo que significa apontar, tornar evidente. Os indicadores estão associados aos métodos de produção e de consumo, refletindo volumes ou intensidades de emissões ou uso dos recursos, bem como tendências de evolução dentro de um determinado contexto ou período (SEI, 2006).

Conforme Júnior, Malheiros e Aguiar (2005) um indicador pode fornecer a pista para a resolução de um problema relevante ou tornar perceptível determinadas tendências que não estão imediatamente visíveis, favorecendo todo um processo de gestão. Os indicadores ambientais têm sido utilizados no ciclo de gestão e controle como forma de acompanhamento do progresso sustentável. Através de um conjunto de indicadores estabelecidos é possível prognosticar situações que possam comprometer a qualidade do ambiente.

Nesta perspectiva, os indicadores de poluição sonora, concentração de dióxido de carbono e ilhas de calor são instrumentos úteis para analisar a qualidade ambiental do espaço urbano, especialmente nas cidades em expansão, pois permitem uma avaliação precoce dos processos e um direcionamento mais consciente de projetos e ações mitigadoras de caráter preventivo.

A aglomeração inicial do que é hoje a cidade de Feira de Santana surgiu devido a presença de nascentes, rios, riachos e lagoas, localizadas em uma zona de transição climática, às portas do semiárido, favorecendo a fixação humana e o surgimento das primeiras feiras livres, tornando-se a segunda maior cidade do Estado da Bahia e a 34ª do Brasil, com 495.965 habitantes (IBGE, 2010). Embora a malha urbana tenha se expandido em diferentes direções, o centro urbano feirense continua sendo a área mais consolidada em termos de diversidade de serviços e comércios, reunindo escolas, hospitais, lojas, bancos e centros comerciais. Por esse motivo, o fluxo de veículos públicos e particulares, assim como o de pedestres é regular e intenso.

Apesar de densamente construído, o centro da cidade encontra-se ainda pouco verticalizado, característica importante para uma boa dispersão dos ventos, mas que permite uma incidência constante dos raios solares ao nível do solo. Por outro lado, a arborização é escassa e mal distribuída, sendo possível encontrar árvores apenas nos canteiros que separam as avenidas principais. Associadas a um trânsito pesado de veículos automotores essas características propiciam o surgimento de ilhas de calor.

As Ilhas de Calor podem ser definidas como uma zona central de acumulação/distribuição de calor, onde o ar e as temperaturas de superfície são mais quentes do que em zonas periféricas, decorrente da concentração de materiais escuros e impermeáveis, como o asfalto, o concreto e o aço, que absorvem e armazenam energia solar e demoram em dissipar o calor por conta da ausência de umidade (GARTALAND, 2010). Seguindo esta lógica e analisando os resultados das medições realizadas na Avenida Getúlio Vargas, verifica-se que as temperaturas mais baixas (Figura 1) ocorrem nos pontos de coleta localizados no canteiro central e sob o abrigo da vegetação, onde o solo não se encontra pavimentado e não há presença de materiais escuros ou impermeáveis.

Conseqüentemente, as superfícies encontram-se mais quentes nas ilhas de calor, onde os materiais escuros e impermeáveis apresentam temperaturas superiores às do ar e apresentam também maior variação ao longo do dia. Inversamente, árvores, gramados e outros tipos de cobertura vegetal mantem-se mais frescos e abaixo da temperatura ambiente (Figura 2; Tabela 1).

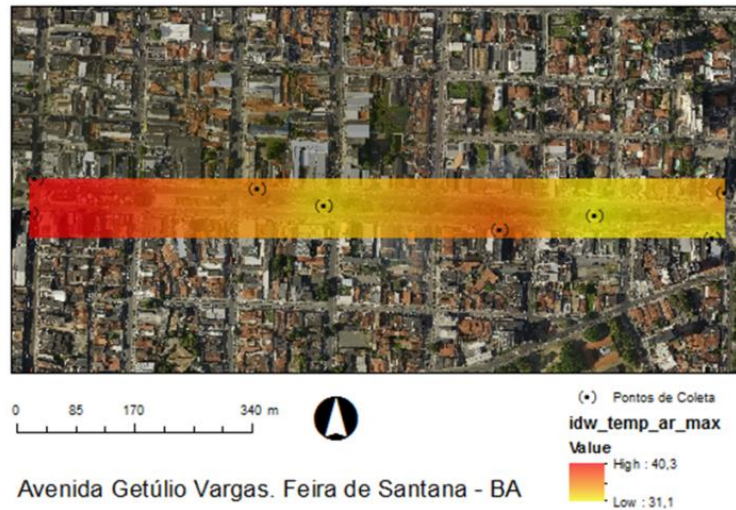


Figura 1. Temperatura máxima do ar em °C na Avenida Getúlio Vargas.



Figura2. Ponto de Coleta com cobertura vegetal.

Tabela 1. Temperatura de superfície dos materiais.

Substância / material	Temperatura em °C
Concreto	40,1
Asfalto	39,9
Metal	39,7
Pedra Portuguesa	34,1
Ar (ambiente)	31,1
Gramma	25,9
Árvore de grande porte	26,5
Chão de terra	23,1

Nos locais de maior circulação, como as calçadas em frente às casas comerciais e pontos de ônibus, a utilização maciça de materiais escuros e ausência de vegetação provocam diferenças de até 9°C na temperatura máxima do ar. Estas áreas estão associadas também a

aquelas de maior concentração de CO² (Figura 3), diminuindo o conforto ambiental de pedestres e tornando a espera pelo transporte público desagradável.



Figura 3. Concentração de CO² em ppm, na Avenida Getúlio Vargas.

O CO² é um dos principais gases responsáveis pelo efeito estufa, e sua maior concentração na atmosfera vem causando elevações na temperatura global, acelerando as mudanças climáticas do planeta. A princípio, em nível local, a concentração de CO² serve para avaliar a taxa de ventilação de um ambiente e indicar a qualidade do ar, baseado no princípio de que se há a acumulação de CO² então outros poluentes também estão se acumulando em um determinado local (COSTA, 1999).

Para ambientes fechados, a Organização Mundial de Saúde recomenda valores inferiores a 1.000 ppm. Em nível global, os cientistas estabeleceram como valor máximo de segurança 350 ppm. Dados divulgados pelo Greenpeace (www.greenpeace.org) mostram que alcançaremos o nível de 1.000 ppm em apenas cem anos se as emissões continuarem no ritmo atual.

Mesmo não sendo um fator de risco para a cidade se avaliado localmente, a redução global das emissões de CO² depende de um esforço coletivo onde cada atividade ou setor de produção deve encontrar alternativas para reduzir suas emissões, e as cidades também devem dar a sua contribuição. A redução na frota de veículos automotores a combustão é uma medida significativa que deve ser encarada como prioridade, pois além dos problemas relacionados à diminuição da mobilidade por conta dos crescentes congestionamentos, danos à saúde extrapolam aos males causados pelos gases e materiais particulados expelidos, especialmente com relação às questões auditivas.

Os níveis de ruído aferidos apontam valores acima do que é permitido pela NBR 10.151 que estabelece para uma zona mista, com vocação comercial e administrativa, o valor máximo de 60 dB em período diurno. Os dados obtidos constam de valores máximos entre 77.4 e 90.6 dB (Figura4), com média superior a 60 dB para todos os pontos verificados. Este pode ser considerado um fator preocupante, pois de acordo com a OMS o limite recomendável a exposição contínua para o ouvido humano é de 50 dB.

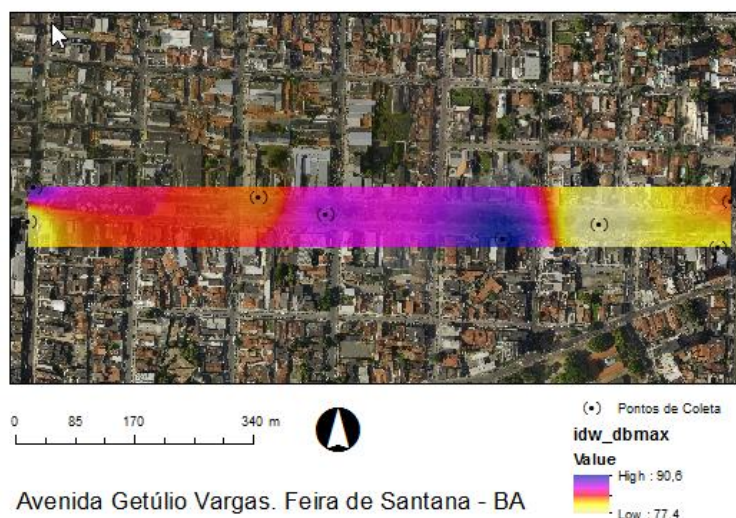


Figura 4. Níveis máximos de ruído em dB na Avenida Getúlio Vargas.

4. Conclusões

Apesar de toda visibilidade que as questões ligadas ao ambiente tem tido em variados seguimentos e mídias sociais, medidas efetivas de controle e mitigação dos impactos causados por conta da urbanização ainda estão em descompasso, se compararmos as inovações adotadas nas principais metrópoles mundiais com o que se tem produzido efetivamente na maioria absoluta das cidades brasileiras.

No caso de Feira de Santana, chama a atenção o fato de a Secretaria Municipal de Meio Ambiente ter atualmente como projeto apenas o plantio de árvores para algumas vias de tráfego, surgido como compensação à derrubada de outras para a implantação de um corredor de BRT. É algo muito tímido em se tratando da segunda mais importante cidade da Bahia.

Com relação aos indicadores aferidos nesta pesquisa, os mesmos deixam claro a necessidade de se começar a pensar (com um grande atraso, diga-se de passagem) em soluções além dos limites da malha urbana para minimizar um trânsito que se torna cada vez mais intenso e que apresenta a relação de um veículo para cada 2,7 habitantes, se considerarmos toda a frota municipal. Esse dado reflete a péssima disponibilidade, eficiência e qualidade dos transportes públicos. Reduzindo-se a frota de veículos, se reduz também os níveis de emissões sonoras e de gases poluentes.

Do mesmo modo, a expansão e qualificação da cidade deve considerar suas particularidades sociais, econômicas e climáticas. A substituição de materiais escuros por outros que propiciam maior conforto térmico deve fazer parte das diretrizes construtivas do município. Por exemplo, a introdução de calçadas e abrigos verdes, construídos com materiais permeáveis, como pedras mescladas com gramados e sombreados por vegetação natural se constitui em medida simples e de baixo custo para amenizar a temperatura destes locais durante o dia. Hoje, a maior parte da vegetação se encontra nos canteiros centrais, locais de menor fluxo de transeuntes.

Outro problema grave, tratado em artigo anterior (<http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.21.17.42/doc/3797.pdf>), é o aterro e urbanização das lagoas urbanas do município, que contribui também para a diminuição da umidade e elevação da temperatura nas áreas próximas.

As características urbanas podem amenizar impactos negativos e proporcionar um ambiente mais equilibrado entre os elementos construídos e naturais. Nesta perspectiva, tais considerações associadas ao planejamento e gestão do espaço contribuem para um melhor conforto ambiental e podem fazer com que o produto arquitetônico e urbanístico corresponda – conceitual e fisicamente às necessidades e condicionantes indispensáveis na construção de cidades mais saudáveis e resilientes a mudanças e transformações.

5. Referências

COSTA, A; ARAUJO, V. D. **Estudos do Clima Urbano de Natal/RN como ferramenta para o planejamento Urbano e edificações**. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 5, 1999, Fortaleza. Anais do V ENCAC. Fortaleza, 1999.

GARTLAND, L. **Ilhas de Calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. São Paulo: Oficina de textos, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**.

JÚNIOR, A. P; MALHEIROS, T. F; AGUIAR, A. O. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável**. In: JÚNIOR, Arlindo Philippi, (editor) Saneamento, Saúde e ambiente: fundamentos para um Desenvolvimento Sustentável. Baurer, SP: Manoele, 2005.

ONU, 1992. **Agenda 21**. Conferencia das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento. Rio de Janeiro, 1992.

SEI. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Indicadores de sustentabilidade ambiental**. Salvador, 2006.