

A relação entre densidade e vegetação urbana na perspectiva de uma cidade no interior do Estado de São Paulo

JULIANA MARIN PEDRO¹
ALINE SANTOS LOPES¹
DIANA SARITA HAMBURGER¹

¹ Universidade Federal do ABC - UFABC
Av. dos Estados, 5001 - CEP 09210-580 - Santo André - SP, Brasil
{juliana.pedro, aline.lopes }@aluno.ufabc.edu.br
diana.sarita@ufabc.edu.br

Abstract. With increasing population in the world there is a concern about how to accommodate people in the urban area of cities without compromising the environment and the population quality of life. Currently there is an incentive for the development of densely populated urban areas. These areas if they have characteristics that promote conservation / creation of greens, connectivity and a better use of natural resources can help in the production of a good city. But for this, it is necessary to understand how urban density relates to the environment. The objective of this study was to understand how urban density may be related to urban vegetation, since these two variables are important for the production of a sustainable city. For this, a map of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was generated for Leme, a city in São Paulo State. In this study, rapid eye data was processed and analyzed with IBGE Brazilian Census data. The census area unit were evaluated considering the urban population. It is concluded that density and urban vegetation have a negative trend, but this negative correlation was not confirmed. Further studies are needed to understand what other components influence the relationship between these two variables.

Palavras-chave: remote sensing, vegetation index (NDVI), demographic census, rapideye, sensoriamento remoto, índice de vegetação (NDVI), censo demográfico.

1. Introdução

Como o crescimento da população urbana no mundo, surge a questão de como acomodar mais pessoas sem comprometer o meio ambiente. Muitos países optaram pelo incentivo ao adensamento das áreas centrais a fim de conseguir acomodar a população nos centros urbanos sem os problemas atrelados ao processo de expansão (Williams, 2009). A dispersão urbana e o grande distanciamento entre núcleos urbanos são características de urbanização pós-industrial (Caldeira, 2000).

A ideia de uma cidade compacta e mais adensada surge como um conceito de urbanização mais sustentável e que melhora a qualidade de vida da população. As vantagens de se ter uma área mais adensada se encontra no fato de acomodar o crescimento da população dentro de um menor comprometimento ambiental; melhorar a conectividade da cidade e a interação social. Incentivar o adensamento de uma região é uma forma de produzir cidades melhores que proporcionam à população uma melhor qualidade de vida. Mas muitos ainda temem que esse processo possa causar superlotação, perda de privacidade e insegurança. Essa é uma imagem errada de uma cidade adensada, já que Paris, Barcelona e Toronto são exemplos de cidades densas que não apresentam essas características negativas (Clark; Moir, 2015; UN-HABITAT, 2013).

Alguns autores defendem que as cidades compactas melhoram a qualidade de vida urbana (Alves, 2011; Bardhan; Costa; Nucci; Valaski, 2015).

A densidade é um termo que se refere à relação entre uma área física e o número de pessoas que vivem ou fazem uso dessa área. Embora a densidade pretenda ser um valor neutro, diferentes definições e métodos de cálculo podem produzir significados diferentes. Pode-se medir a densidade através do número de habitantes de um local, do número de casas,

do número de empregos e de diversas outras formas a fim mostrar informações diferentes sobre um mesmo local (Acioly, 1998; Forsyth, 2003).

Yuan, Ng e Norford (2014) mostraram como densidades urbanas, com valores semelhantes (pessoas/km²), podem apresentar formas diferentes. E como cada forma afeta a circulação do ar e conseqüentemente a dispersão de poluentes na cidade. Além disso, a densidade urbana também pode influenciar na temperatura média da região (Yang; LI 2015), assim como na questão da quantidade e qualidade das áreas verdes urbanas (WANG, H. et al., 2016). Dessa forma, se entende que a densidade urbana acaba sendo um parâmetro importante na questão da qualidade ambiental urbana (Costa; NUcci; VALASki, 2015).

Encontrar um índice de densidade urbana ideal é muito difícil. Por isso, a designação de alta e baixa densidade deve ser entendida e considerada para cada área em específico. Isso porque, ela leva em consideração as origens sociais, econômicas e éticas, já que uma alta densidade urbana na África do Sul pode ser considerada uma baixa densidade urbana na Índia. Portanto, há a necessidade de se entender as características e os elementos que compõe a densidade urbana, já que ambas as densidades (alta e baixa) trazem consigo impactos ao meio ambiente e na qualidade da vida urbana (Acioly, 1998; Nucci, 2008).

Para estudos demográficos, os dados do censo são uma importante fonte de informação. Isso porque, os dados demográficos obtidos nos censos são úteis para a compreensão da dinâmica e transformações demográficas. Através dessas informações pode-se produzir avaliar e caracterizar a população dentro de unidades geográficas determinadas, permitindo assim construir modelos de densidade populacional (IBGE, 2011; Alves, 2002). Mais importante que entender o crescimento demográfico é observar a sua localização, a concentração e a mobilidade das populações, o que gera a demanda por recursos e as conseqüentes alterações e interações com o ambiente (Hogan, 2007).

O questionamento de novos parâmetros de desenvolvimento de uma ocupação mais coerente surge da crise ambiental e da qualidade das cidades. Atualmente, as cidades abrigam populações que almejam alcançar o bem-estar material proporcionado pela industrialização e pela ampla utilização da energia, assim como altos padrões de consumo. Contudo, esse tipo de desenvolvimento também gerou poluição, enchentes, congestionamentos, precariedade de serviços básicos, violência (Hermida et al., 2015).

Na emergência da crise ambiental, a qualidade das cidades e o questionamento de novos parâmetros de desenvolvimento por meio de uma ocupação mais coerente, em termos ambientais, têm conduzido a discussões interdisciplinares, que se centralizam na concepção de espaços construídos mais justos e harmoniosos. Esta preocupação vem direcionar o campo disciplinar da arquitetura e do urbanismo (Kanashiro; Castelnou, 2004).

Os índices de vegetação são dados derivados de imagens multiespectrais, relacionando a reflectância da radiação nas bandas do vermelho e infravermelho próximo. Dessa forma, se tenta estimar a biomassa ou vigor da vegetação (mais especificamente das folhas) através da relação entre essas bandas.

Jim (1987) fez um estudo em Hong Kong, onde observou que a vegetação era muito escassa. As árvores existentes estavam degradadas devido à falta de cuidado e espaço de crescimento. Segundo o autor, a vegetação urbana precisa ser entendida como parte integrante da infraestrutura de uma cidade.

A tecnologia de ponta de sensoriamento remoto tem um papel importante na gestão dos recursos naturais, bem como em quaisquer outras aplicações sobre a observação da Terra.

O objetivo desse estudo foi o de compreender como a densidade urbana pode estar relacionada com a vegetação urbana.

2. Metodologia de Trabalho

A cidade de Leme está localizada no interior do estado de São Paulo. Ela possui 91.756 habitantes e 402 km² de extensão.

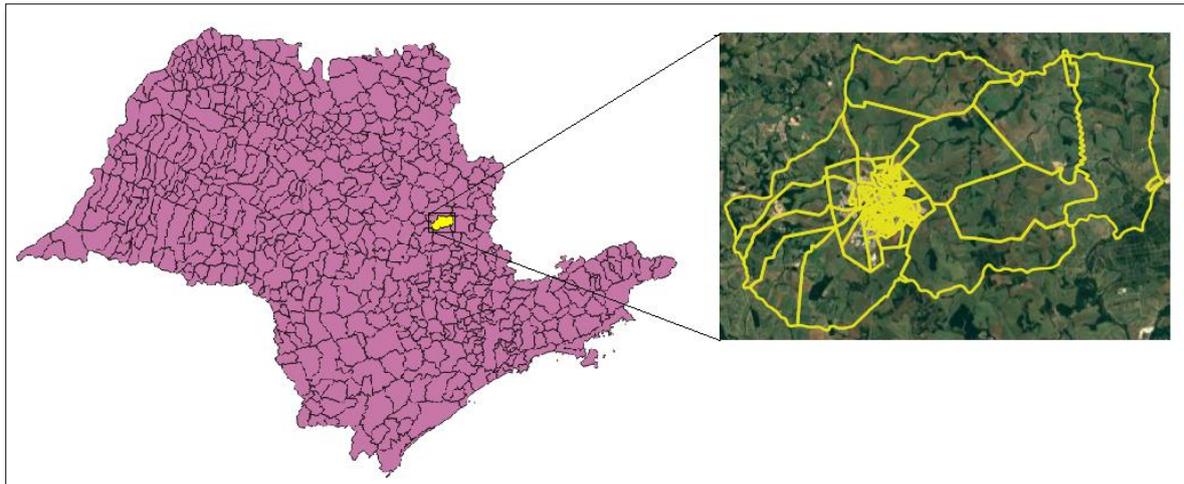


Figura 1. Município de Leme no Estado de São Paulo, área de estudo.

Para esse estudo, foi utilizada uma imagem Rapideye adquirida no Catálogo de Imagens Rapideye do Ministério do Meio Ambiente (Geo Catálogo MMA) e dados do Censo 2010 adquiridos no site do IBGE.

Como o intuito é avaliar a densidade presente na área urbana da cidade, apenas os setores censitários do tipo urbano e que se encontravam próximos ao centro da cidade foram considerados na análise.

Para relacionar o índice de vegetação com os dados de densidade demográfica, o setor censitário foi definido como unidade de análise.

A densidade urbana foi calculada utilizando a área do setor censitário e o valor da população urbana residente nesses setores foram obtidos através de dados do Censo 2010.

O índice de vegetação, NDVI, foi calculado no software ENVI utilizando as bandas do vermelho e do infravermelho próximo. Posteriormente foi feito um fatiamento da imagem a fim de selecionar apenas os valores que representasse a vegetação urbana. A área de vegetação urbana contida em cada polígono do setor censitário foi calculada para se estimar a porcentagem de vegetação contida em cada setor.

3. Resultado e Discussão

O município de Leme possui uma extensão urbana que corresponde a menos de 12% de sua área e comporta 95% da população. A densidade urbana (população urbana/área urbana) do município é de 2023,80 hab/km².

Vale ressaltar que esse valor representa a densidade urbana geral do município, ele não representa o valor encontrado nos setores censitários. Os setores são heterogêneos, tanto no tamanho, quanto na sua população. Essa é uma questão importante quando se estuda a densidade urbana. Já que a forma de agregação do dado de população influencia o valor da densidade, questão geralmente denominada de Problema das Unidades de Área Modificáveis (MAUP) (OPENSHAW, 1984). Por mais que o setor censitário possa não ser a melhor unidade de trabalho para esse tipo de estudo, essa é a unidade em que se possuem dados disponíveis para fazer uma análise em uma escala maior.

A Figura 2 ilustra as densidades por setor encontradas no município.

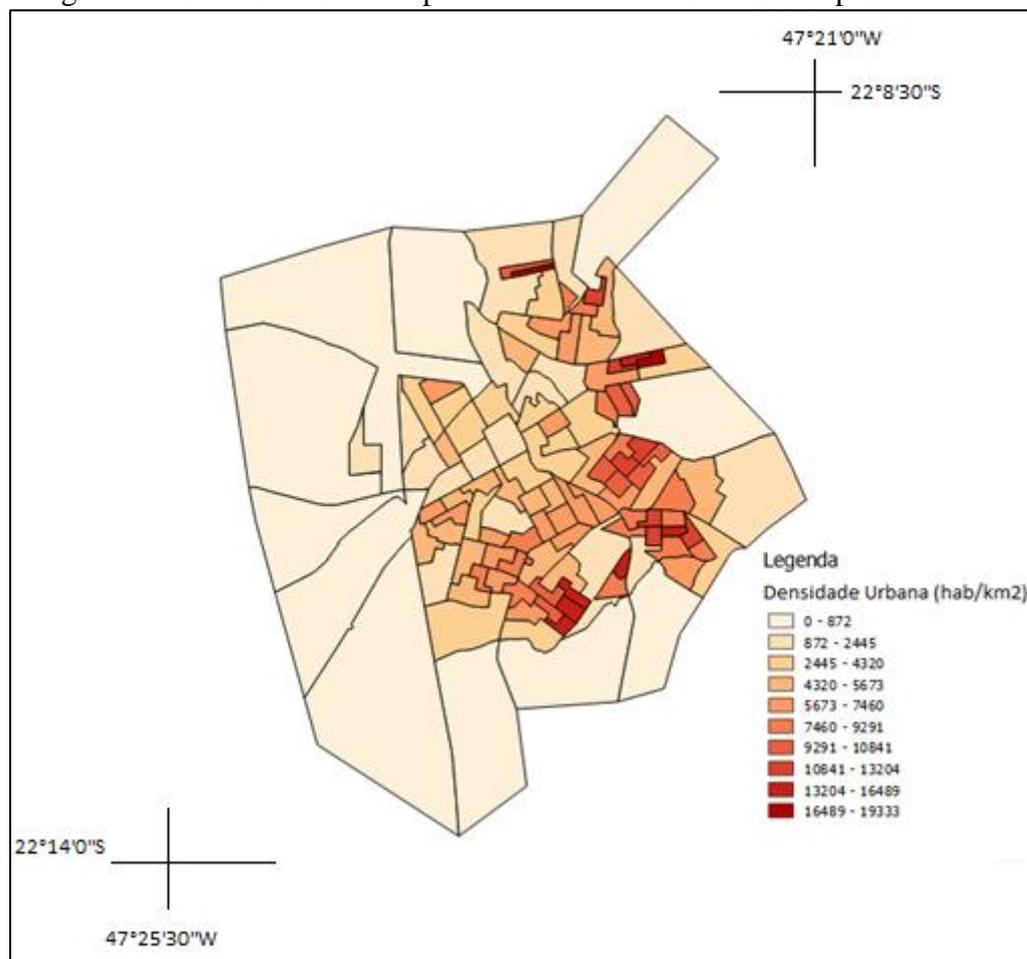


Figura 2. Densidade urbana para o município Leme.

Os valores mais altos se encontram ao redor do centro do município, em especial no lado leste. Cerca de 50% dos setores estudados possuem uma densidade urbana de até 5673 hab/km². Apenas 18% dos setores possuem valores acima de 10.000hab/km².

Os setores com maiores dimensões (localizados no lado oeste) possuem grandes áreas agrícolas, o que justifica o fato das densidades serem baixas.

A Figura 4 ilustra duas situações de setores censitários com os valores mais altos de densidade urbana. A imagem do lado esquerdo apresenta 0.05 km² de área, 842 habitantes e 16.488,85 hab/km². Já a imagem da esquerda apresenta 0.05 km² da área, 1023 habitantes e 18.856,56 hab/km². Isso mostra quão distintos os padrões de ocupação urbana podem ser e como apresentam uma composição de quantidades e distribuição diferentes de vegetação, mas que reflitam densidades urbanas parecidas.



Figura 3. As imagens acima (esquerda e direita) mostram padrões de urbanização distintos, mas com densidades urbanas parecidas (16.488,85 hab/km² e 18.856,56 hab/km² respectivamente).

O NDVI calculado mostrou que nem todas as áreas que apresentavam vegetação foram selecionadas no critério de fatiamento realizado. Isso ocorreu, pois algumas situações da vegetação urbana se confundiram com outros elementos urbanos. O gráfico a seguir (Figura 4) ilustra a relação entre a densidade urbana e área de vegetação, em porcentagem, nos setores censitários do município.

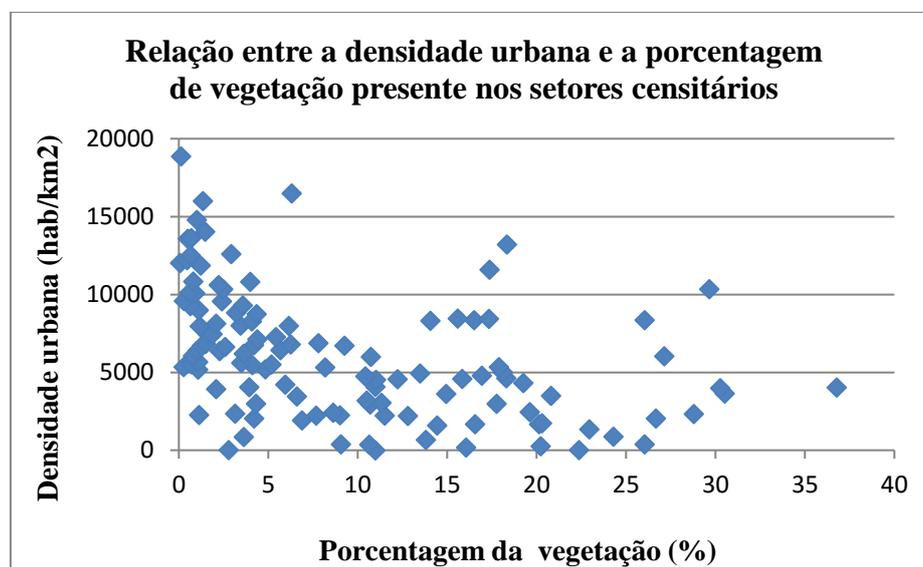


Figura 4. Relação entre a densidade urbana e a porcentagem de vegetação nos setores censitários

Percebe-se que mais de 50% dos setores analisados possuem no máximo 10% de sua área com vegetação. Há a tendência de uma relação inversa entre essas variáveis, ou seja, com o aumento do valor da densidade, ocorre também um aumento da porcentagem da cobertura de vegetação. Mas a Figura 5 acaba ilustrando que por mais que essa tendência exista, essa

relação não é direta, já que as formas do espaço e das estruturas urbanas influenciam na relação dessas variáveis.

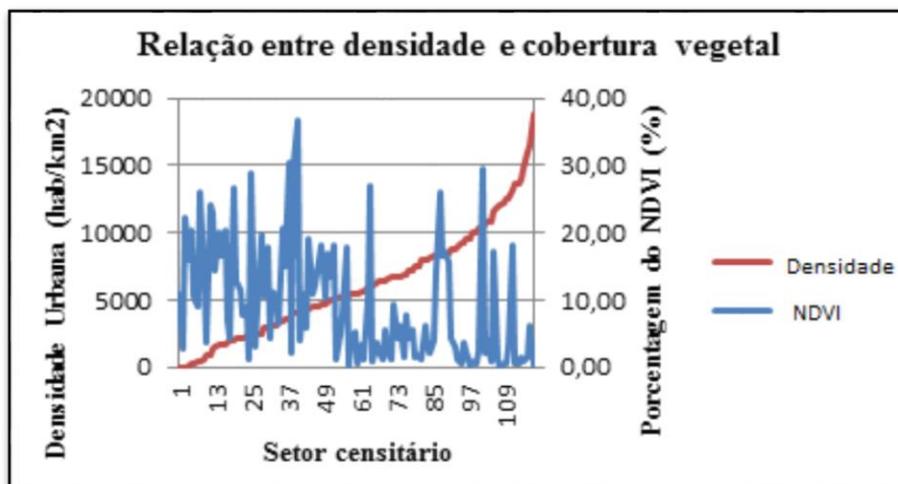


Figura 5. Relação entre a densidade urbana e a porcentagem de vegetação nos setores censitários.

Esse resultado também foi observado no estudo feito em bairros da Holanda por Pont e Haupt (2009), em que se observou que não havia uma correlação entre os valores de densidade observados com a vegetação presente no local.

Dessa forma, percebe-se que é necessário desenvolver novos estudos que aprimorem tanto a detecção da vegetação urbana quando a estimativa de densidade urbana a fim de compreender com mais propriedade essa relação entre densidade urbana e cobertura vegetal. Já que se sabe que uma cidade compacta pode proporcionar uma melhor qualidade de vida para a população, assim como a existência de áreas verdes urbanas.

4. Conclusão

Este trabalho demonstrou que a relação entre a densidade urbana e cobertura vegetal tende a ser negativa e que pelo fato da mesma poder ser influenciada por outros fatores (como forma urbana) não foi possível compreender por completo a dinâmica da mesma.

A importância de uma cidade compacta com presença áreas verdes urbanas é proposta, mas poucos estudos tratam de como essas duas componentes interagem, nas cidades existentes. A princípio são antagônicas, mas podem se unir a fim de produzir cidade mais sustentáveis.

Mais do que entender como uma cidade compacta auxilia no desenvolvimento de uma qualidade de vida melhor para a população e como áreas verdes podem contribuir para minimizar efeitos colaterais das cidades, como poluição e ilhas de calor, deve-se entender como essas se relacionam com as demais componentes existentes nas cidades.

Portanto, seria interessante a produção de estudos que visassem compreender essas duas componentes em um contexto e não mais de forma isolada.

5. Referências

Acioly, C. Densidade urbana: um instrumento de planejamento e gestão urbana. Tradução de Claudio Acioly e Forbes Davidson. Rio de Janeiro, RJ. 1998.

Alves, H. P. D. F. População e desmatamento do Vale do Ribeira: integração de dados censitários com dados de sensoriamento remoto dentro da estrutura de um sistema de informação geográfica (GIS), Ouro Preto, MG. 2002.

Alves, S. R. **DENSIDADE URBANA: COMPREENSÃO E ESTRUTURAÇÃO DO ESPAÇO URBANO NOS TERRITÓRIOS DE OCUPAÇÃO DISPERSA** Susana Ricardo Alves Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Arquitectura com especialização em Planeamento Urbano e Territorial Orientador científico: Professor Doutor João Carlos Vassalo Santos Cabral Júri: Presidente: Doutora Maria da Graça Santos Antunes Moreira Vogal: Doutora Cristina Soares Ribeiro Gomes Cavaco Lisboa, FAUTL., 2011. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitectura, Faculdade de Arquitectura, Universidade Técnica de Lisboa.

Bardhan, R.; Kurisu, K.; Hanaki, K. Does compact urban forms relate to good quality of life in high density cities of India? Case of Kolkata. **Cities**, [s.l.], v. 48, p.55-65, nov. 2015.

Caldeira, T. P. R. Cidade de muros: crime, segregação e cidadania em São Paulo. São Paulo: EDUSP; Editora 34, 2000.

Clark, G.; Moir, E. Density: drivers, dividends and debates. Urban Land Institute. 2015. Disponível em: <<http://europe.uli.org/report/density-drivers-dividends-debates/>>. Acesso em: 20/04/2016.

Costa, P. H.; Nucci, J. C.; Valaski, S. A cobertura da Terra e a qualidade ambiental urbana do bairro Alto (Curitiba – PR). Periódico Técnico Científico Cidades Verdes, ANAP, v. 3, n. 8. 2015.

Forsyth, A. Measuring Density: Working Definitions for Residential Density and Building Intensity. Design Center for American Urban Landscape. 2003. Disponível em: <http://www.corridordevelopment.org/pdfs/from_MDC_Website/db9.pdf>. Acesso em: 20/04/2016

Hermida, M. Augusta et al. La densidad urbana como variable de análisis de la ciudad: El caso de Cuenca, Ecuador. **Eure (santiago)**, [s.l.], v. 41, n. 124, p.25-44, set. 2015. SciELO Comisión Nacional de Investigación Científica Y Tecnológica (CONICYT).

Hogan, D. J. Dinâmica populacional e mudança ambiental: cenários para o desenvolvimento brasileiro. 1ª. ed. Campinas, SP. 2007.

IBGE. Censo Demográfico 2010: características da população e dos domicílios. Rio de Janeiro, RJ. 2011.

Jim, C.Y. The status and prospects of urban trees in Hong Kong. **Landscape And Urban Planning**, [s.l.], v. 14, p.1-20, jan. 1987.

Kanashiro, M.; Castelnou, A.M.N. Sociedade de risco, urbanização de risco e Estatuto da Cidade. Terra e Cultura, nº38, ano XX, 2004.

Nucci, J. C. Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP). 2ª. ed. Curitiba, PR. 2008.

Openshaw, S. Ecological fallacies and the analysis of areal census data. **Environment and Planning A**, v.16, p. 17-31, 1984.

UN-HABITAT. URBAN PLANNING FOR CITY LEADERS. 2nd Edition. 2013. Disponível em: <<http://mirror.unhabitat.org/pmss/listItemDetails.aspx?publicationID=3385>>. Acesso em: 15/04/2015.

Wang, H. et al. A multivariate analysis integrating ecological, socioeconomic and physical characteristics to investigate urban forest cover and plant diversity in Beijing, China. **Ecological Indicators**, [s.l.], v. 60, p.921-929, jan. 2016.

Williams, K. Space per person in the UK: A review of densities, trends, experiences and optimum levels. **Land Use Policy**, [s.l.], v. 26, p.83-92, dez. 2009.

Yang, X.; Li, Y. The impact of building density and building height heterogeneity on average urban albedo and street surface temperature. **Building And Environment**, [s.l.], v. 90, p.146-156, ago. 2015.

Yuan, C.; Ng, E.; Norford, L. K.. Improving air quality in high-density cities by understanding the relationship between air pollutant dispersion and urban morphologies. **Building And Environment**, v. 71, p.245-258, jan. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.10.008>.