

## **EVOLUÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE ÁREAS DENSAMENTE VERDES EM BELO HORIZONTE, MG UTILIZANDO TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO**

*Rafael de Ávila Rodrigues<sup>1</sup>, Rafael Coll Delgado<sup>2</sup>, Roziane Sobreira dos Santos<sup>3</sup>, André Luiz Lopes de Faria<sup>4</sup>*

1. Pós-Doutorando em Meteorologia Agrícola, UFV. *email:* [rafael.rodrigues@ufv.br](mailto:rafael.rodrigues@ufv.br)

2. Professor Adjunto da Universidade Federal do Acre

3. Professora Mestre da Universidade Federal de Rondônia

4. Professor Adjunto da Universidade Federal de Viçosa

*Artigo recebido em 16/08/2012 e aceito em 24/12/2012*

### **RESUMO**

As cidades vêm passando por um processo contínuo de mudanças desde a Revolução Industrial com significativas alterações em seus padrões de crescimento, substituindo de maneira indiscriminada as coberturas vegetais originais por materiais impermeabilizantes e esses aspectos têm influenciado várias mudanças ambientais inclusive os padrões climáticos. Nesse sentido, os objetivos principais do presente trabalho foram: estimar índices de vegetação e posteriormente comparar a evolução espaço-temporal destas imagens com a climatologia de Belo Horizonte, MG identificando as alterações em áreas verdes. Utilizou-se a série histórica diária das temperaturas médias do ar, de um período que compreendeu 49 anos (1961-2010), da Estação Meteorológica do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) com sede em Belo Horizonte, MG, e, imagens do sensor TM, a bordo do satélite Landsat-5, órbita 217.74, de 1984 a 2010. Os resultados mostraram que entre os anos de 1984 a 2010 ocorreu uma diminuição das áreas verdes. O município de Belo Horizonte apresentou uma tendência de aumento da temperatura mínima e uma pequena elevação da temperatura média. Analisando o albedo da superfície da área de estudo é perceptível constatar um aumento significativo ao longo dos 26 anos estudados. Observou-se aumento do albedo com o passar dos anos, sendo que o valor mínimo encontrado foi no dia 30/07/1992 com 0,093 e o valor máximo no dia 25/08/2007 com 0,365. A área urbana teve um aumento de 37% o que acarretou diminuição das áreas verdes.

**PALAVRAS-CHAVE:** sensoriamento remoto, sistema de informação geográfica, áreas verdes, Belo Horizonte.

## **EVALUATION OF THE TENDENCY TO FLOOD OF THE RIVER BASIN IN THE CITY OF CARAGUATATUBA (SP)**

### **ABSTRACT**

Towns and cities have been passing through a continuous process of change since the Industrial Revolution, with significant changes to their growth patterns. During this process, the original vegetation coverage has been indiscriminately substituted for impermeable materials that have been influencing several environmental changes, including climate patterns. In this sense, the main objectives of this paper are: to estimate vegetation indexes, and afterwards compare the temporal-space evolution of these images with the climatology of Belo Horizonte, MG, thus identifying the alterations in the green areas. The historical daily series of air temperatures average taken from the Meteorological Station of INMET (National Institute of Meteorology), based in Belo Horizonte, MG, were used for a period of forty nine years (1961-2010), as well as the images from 1984 to 2010 captured by the TM sensor, on board of the Landsat-5 satellite, orbits 217.74. The results showed a decrease in the green areas between 1984 and 2010. The municipality of Belo Horizonte presented an increasing trend in the minimum temperature and a slightly increase in the average temperature. When analysing the surface albedo of the area of study it is possible to see a significant increase along the twenty six years. The albedo increase was observed along the years, with the minimum value found of 0.093 seen on 30<sup>th</sup> July 1992, and the maximum value found of 0.365 on 25<sup>th</sup> August 2007. The urban area had an increase of 37%, which resulted in the decrease of the green areas.

**KEYWORDS:** remote sensing, geographic information system, green areas, Belo Horizonte.

## INTRODUÇÃO

O processo de urbanização tem se intensificado desde o final da Revolução Industrial. Em meados do século XIX, a população mundial superou o primeiro bilhão de pessoas. Entretanto, menos de 2% habitavam áreas urbanas. Aproximadamente cem anos depois, em 1940, a população mundial chegou a 2,3 bilhões de habitantes, dentre os quais 20% residentes em áreas urbanas. Na Europa e nos Estados Unidos esse percentual ultrapassava os 50% (Barbosa & Vecchia, 2009).

No Brasil, a ocorrência de crescimento demográfico em áreas urbanas é agravada, sobretudo, pela falta de planejamento, fato que compromete a qualidade ambiental em nossas cidades. Dentre os impactos resultantes da ocupação desordenada do solo em área urbana, podemos citar a modificação das condições iniciais do clima por meio da alteração do balanço energético no sistema superfície-atmosfera, em escala mesoclimática. A alteração na cobertura natural do solo e o incremento de massa edificada, dentre outros fatores, criam um clima peculiar denominado “clima urbano” (Barbosa & Vecchia, 2009).

O clima urbano caracteriza-se, frequentemente, pelo aumento da temperatura, tanto superficial quanto do ar, em relação ao seu ambiente rural circunvizinho. O incremento nos valores de temperatura deve-se às condições particulares do meio ambiente urbano, seja por sua rugosidade, ocupação do solo, orientação, permeabilidade e propriedades físicas dos materiais constituintes, entre outros fatores (Oke, 2003).

Diante deste contexto destacamos a cidade de Belo Horizonte, que segundo Assis e Abreu (2010), o município apresenta peculiaridades naturais e sociais que formam um universo de análise extremamente favorável ao estudo do clima urbano. Possui feições geográficas que contribuem não só para diferenciações topo e mesoclimáticas em espaços relativamente próximos, como para a exacerbação de problemas resultantes da degradação ambiental, tais como formação de ilhas de calor e concentração de poluentes. As implicações do rápido desenvolvimento econômico da cidade, sua expansão espacial e o crescimento demográfico vêm sendo sentidos pelas constantes degradações ambientais, tanto em nível municipal como metropolitano. Um exemplo prático pode ser constatado pela diminuição das áreas verdes nos bairros periféricos e pelo aumento contínuo de particulados e contaminantes na atmosfera belorizontina.

Embora se acredite na importância da existência e manutenção das áreas verdes urbanas, o que se constata com grande frequência é que essas áreas não têm apresentado crescimento proporcional e com a mesma intensidade em que se dá o crescimento populacional nas cidades. Na história das cidades brasileiras as áreas verdes sempre se apresentaram como uma expressão

do desenho paisagístico e das características locais como, por exemplo, os jardins botânicos do Rio de Janeiro, de Porto Alegre, Brasília, São Paulo, entre outras cidades (Vieira, 2004).

Diversos autores, dentre eles Cavalheiro & Del Picchia (1992), Lima et al. (1994), Henk-Oliveira (1996), Toledo & Santos (2008), citam vários benefícios que as áreas verdes podem trazer ao homem nas cidades, como: controle da poluição do ar e acústica, aumento do conforto ambiental, estabilização de superfícies por meio da fixação do solo pelas raízes das plantas, abrigo à fauna, equilíbrio do índice de umidade no ar, proteção das nascentes e dos mananciais, organização e composição de espaços no desenvolvimento das atividades humanas, valorização visual e ornamental do ambiente, recreação, diversificação da paisagem construída.

Mendonça (1994) salienta que, a falta de planejamento na orientação do desenvolvimento das cidades no Brasil gerou ambientes urbanos com elevados níveis de degradação, não somente porque o planejamento urbano não consegue alcançar o rápido processo de urbanização, mas também porque se observa um desinteresse político para a criação e implementação de mecanismos de combate ao declínio da qualidade de vida no ambiente urbano.

Assim, o sistema de áreas verdes é entendido como integrante do sistema de espaços livres. Esta idéia é sustentada também por Nucci (2001) que denomina estas áreas como um subsistema do sistema de espaços livres e que devem fornecer possibilidade de lazer à população.

Desse modo o trabalho teve como objetivos principais: estimar índices de vegetação e posteriormente comparar a evolução espaço-temporal destas imagens com a climatologia de Belo Horizonte, MG identificando as alterações em áreas verdes.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A área de estudo selecionada para este trabalho corresponde ao município de Belo Horizonte, MG (Figura 1). Para analisar a evolução das temperaturas da Estação Meteorológica do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) com sede em Belo Horizonte, MG, utilizou-se uma série histórica diária das temperaturas do ar, de um período que compreende 49 anos (1961-2010) e, imagens do sensor TM, a bordo do satélite Landsat-5, órbita 217, ponto 74, de 1984 a 2010.

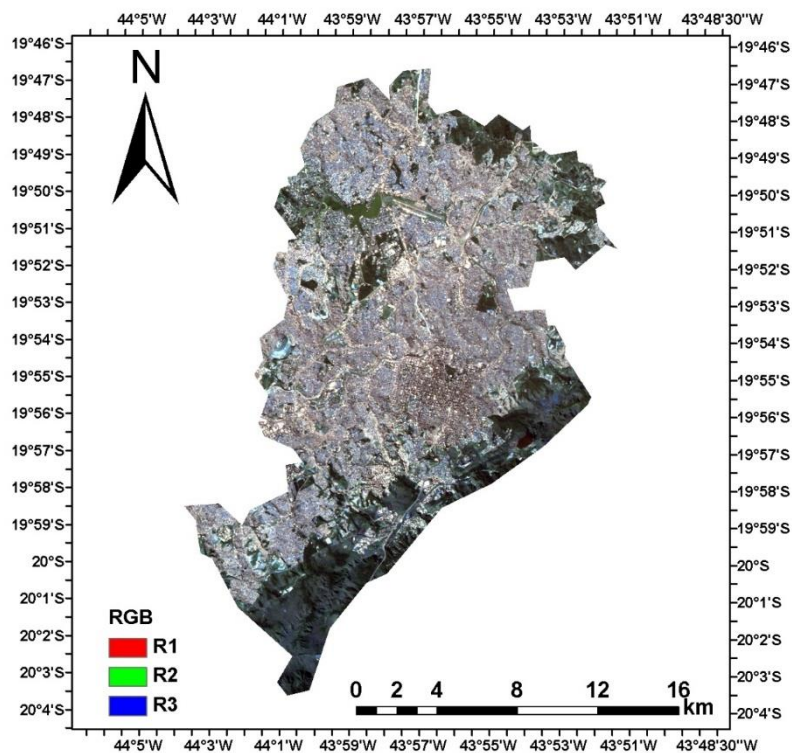


Figura 1. Imagem de Belo Horizonte do sensor TM com a composição RGB (1, 2 e 3) e a localização geográfica da área de estudo.

As imagens (06/06/1984, 28/08/1985, 22/07/1989, 25/07/1990, 30/07/1992, 05/08/1994, 08/08/1995, 23/06/1996, 28/07/1997, 16/08/1998, 04/09/1999, 21/08/2000, 17/03/2001, 27/06/2003, 31/07/2004, 24/02/2005, 21/07/2006, 25/08/2007, 13/07/2009 a 13/05/2010) foram adquiridas no catálogo eletrônico de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) por meio de acesso ao link <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>.

Para mapear as áreas de água e vegetação foi utilizado o método de classificação não supervisionada por K-Means do programa ENVI 4.7. Este procedimento distribui classe por classe, em um processo iterativo (repetitivo). Para este trabalho foram definidas cinco classes e a semelhança de pixels com uma interação.

Procedeu-se uma aferição visual entre as classes espectrais geradas e, no programa ArcGIS 9.3 foram gerados os mapas da classe água e vegetação. Para o processamento das imagens como: cálculo da calibração radiométrica, refletância das bandas, albedo no topo da atmosfera, albedo da superfície, índices de vegetação foi utilizado o algoritmo SEBAL (*Surface Energy Balance Algorithm for Land*), conforme proposto por BASTIAANSEN et al. (1998). Foi empregado o SEBAL utilizando-se como ferramenta a função *Model Maker* do ERDAS IMAGINE 9.1.

As imagens TM são compostas de sete bandas espectrais, sendo que seis bandas são refletivas e uma termal (banda 6). A radiância espectral dos alvos observados pelo sensor TM

são armazenadas em níveis de cinza, ou número digital, os quais variam de 0 a 255 (resolução radiométrica de 8 bits) e tendo resolução espacial de 30 m nas bandas refletivas e 120 m na banda do termal.

Por meio da equação 1, foi calculado a radiância espectral de cada banda ( $L_{\lambda_i}$ ), dada por:

$$L_{\lambda_i} = L_{\min} + \frac{L_{\max} - L_{\min}}{255} \times ND \quad (1)$$

em que, ND é o número digital de cada pixel. Já, os coeficientes  $L_{\max}$  e  $L_{\min}$  são as radiâncias espectrais máximas e mínimas ( $Wm^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$ ).

Tratando-se de dados TM, as imagens, cujas datas de aquisição estão compreendidas de 1 de março de 1984 a 4 de maio de 2003, foram utilizados os valores de  $L_{\min}$  e  $L_{\max}$  propostos por Chander & Markhan (2003).

Posteriormente, calculou-se a refletância de cada banda ( $\rho_{\lambda_i}$ ), com a equação 2:

$$\rho_{\lambda_i} = \frac{\pi L_{\lambda_i}}{E_{\lambda_i} \cos \theta_z d_r} \quad (2)$$

em que,  $L_{\lambda_i}$  é a radiância espectral de cada banda,  $E_{\lambda_i}$  é a radiância solar espectral de cada banda no topo da atmosfera ( $W m^{-2} \mu m^{-1}$ ),  $\theta_z$  é o ângulo zenital solar retirado da informação do cabeçalho das imagens do sensor TM e  $d_r$  é a distância relativa terra-sol (em unidade astronômica - UA) (equação 3).

A distância relativa Terra-Sol foi calculada por meio da equação 3:

$$d_r = 1 + 0,033 \cos \left( DJ \times \frac{2\pi}{365} \right) \quad (3)$$

em que, DJ representa o dia do ano.

Com a refletância de cada banda foi possível obter o albedo no topo da atmosfera ( $\alpha_{toa}$ ) e, por sua vez, o albedo considerando os efeitos atmosféricos ou albedo da superfície ( $\alpha$ ):

$$\alpha_{toa} = 0,293\rho_1 + 0,274\rho_2 + 0,233\rho_3 + 0,154\rho_4 + 0,033\rho_5 + 0,011\rho_6 \quad (4)$$

$$\alpha = \frac{\alpha_{toa} - \alpha_p}{\tau_{sw}} \quad (5)$$

em que,  $\alpha_p$  é o albedo da radiação solar refletida pela atmosfera, que varia entre 0,025 e 0,04, foi utilizado o valor de 0,03;  $\tau_{sw}$  é a transmissividade atmosférica que para condições de céu claro, pode ser obtida por:

$$\tau_{sw} = 0,75 + 2.10^{-5} Z_a \quad (6)$$

em que,  $Z_a$  é a altitude.

O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index* - NDVI) foi obtido por meio da razão entre a diferença das refletividades do infravermelho próximo ( $\rho_{IV}$ ) e do vermelho ( $\rho_V$ ) e a soma das mesmas (equação 7):

$$NDVI = \frac{\rho_{IV} - \rho_V}{\rho_{IV} + \rho_V} \quad (7)$$

Para o cálculo do Índice de Vegetação Ajustado para os Efeitos do Solo (*Soil Adjusted Vegetation Index* – SAVI), pode ser obtido por:

$$SAVI = \frac{(1 + \ell)(\rho_2 - \rho_1)}{(\ell + \rho_2 + \rho_1)} \quad (8)$$

O SAVI é um índice que busca diminuir a influência da resposta espectral do solo, mediante a inclusão de um fator de ajuste ( $\ell$ ) que é variável com o grau de fechamento do dossel, permitindo melhoria na interpretação das variáveis da vegetação. Neste estudo foi utilizado o valor de  $\ell$  igual a 0,1, em virtude de se verificar que esse valor proporciona um Índice de Área Foliar (IAF) mais compatível com os valores em superfície.

Na estimativa do IAF, definido pela razão da área foliar de toda a vegetação por unidade de área utilizada por essa vegetação, adotou-se a equação empírica sugerida por Allen *et al.* (2002).

$$IAF = - \frac{\ln\left(\frac{0,69 - SAVI}{0,59}\right)}{0,91} \quad (9)$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar, na Figura 2, indicativos do desmatamento na cidade Belo Horizonte, MG. Estes mapas, de 1984 a 2010, mostram a diminuição das áreas verdes nas imagens. A taxa de evolução urbana se encontra de forma bem acentuada em contrapartida com a diminuição das áreas verdes.

Na Figura 3 o índice de vegetação médio (NDVI) estimados em Belo Horizonte, MG apresenta queda acentuada de 1984 a 2010. Essa redução da vegetação ao longo dos 26 anos em Belo Horizonte, MG está resultando em aumento significativos da temperatura do ar, podendo também durante os meses mais frios (solstício de inverno) ocorrer uma diminuição significativa da temperatura do ar nos grandes centros urbanos, devido a substituição da vegetação que constituía numa grande fonte de manutenção térmica no inverno, visto que, as propriedades dos materiais urbanos resfriam consideravelmente nesta época do ano. Nesse sentido, ocorre uma redução da quantidade de radiação solar que chega a superfície, uma vez que parte da radiação solar incidente é absorvida pelas folhas e utilizada para fotossíntese, e outra fração é refletida de volta para a atmosfera.

Esta redução e aumento da temperatura do ar nos meses quentes e frios do Hemisfério Sul, está associada ao aumento médio do albedo da superfície (Figura 4). Os menores valores foram encontrados em superfícies de água e áreas adjacentes. Valores máximos de albedo estão localizados sobre a área urbana em Belo Horizonte, MG. Analisando o albedo da superfície da área de estudo é perceptível constatar um aumento significativo ao longo dos 26 anos estudados em Belo Horizonte, MG.

Assis e Abreu (2010) verificaram que a taxa média de umidade do ar diminuiu 9,56% nos últimos cem anos em Belo Horizonte (MG) e a temperatura média subiu 1,5°C no mesmo período. O autor comenta que as variações apresentadas para temperatura e umidade da capital podem parecer pequenas, mas representam um impacto grande nos processos atmosféricos e, por consequência, interferem significativamente na qualidade de vida da população.

Pela Figura 4 observa-se a variabilidade de aumento do albedo com o passar dos anos, sendo que o valor mínimo encontrado foi no dia 30/07/1992 com 0,093 e o valor máximo no dia 25/08/2007 com 0,365. Isso demonstra uma mudança no padrão da cobertura vegetal que implicaria em mudanças no albedo e por consequência no saldo de radiação e no balanço de energia na superfície. Correia et al. (2002) citam que os valores elevados de albedo de superfície estão associados a superfícies suaves, secas e de coloração clara, enquanto que albedos menores são associados a superfícies rugosas, úmidas e de coloração escura.

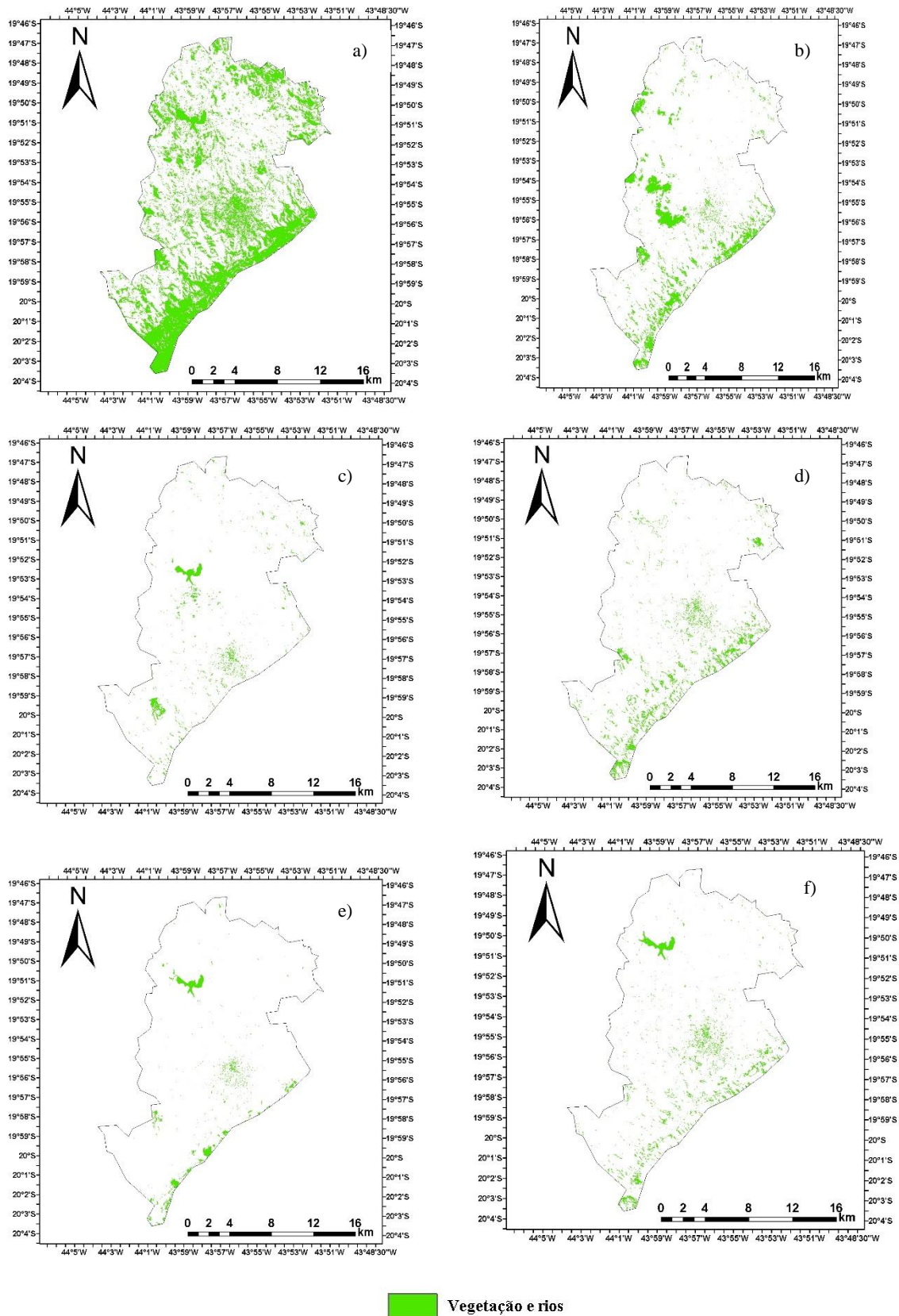


Figura 2. Classificação não-supervisionada utilizando o K-means para o município de Belo Horizonte, MG para as seguintes datas: a) 06/06/1984, b) 30/07/1992, c) 08/08/1995, d) 21/08/2000, e) 24/02/2005, f) 13/05/2010



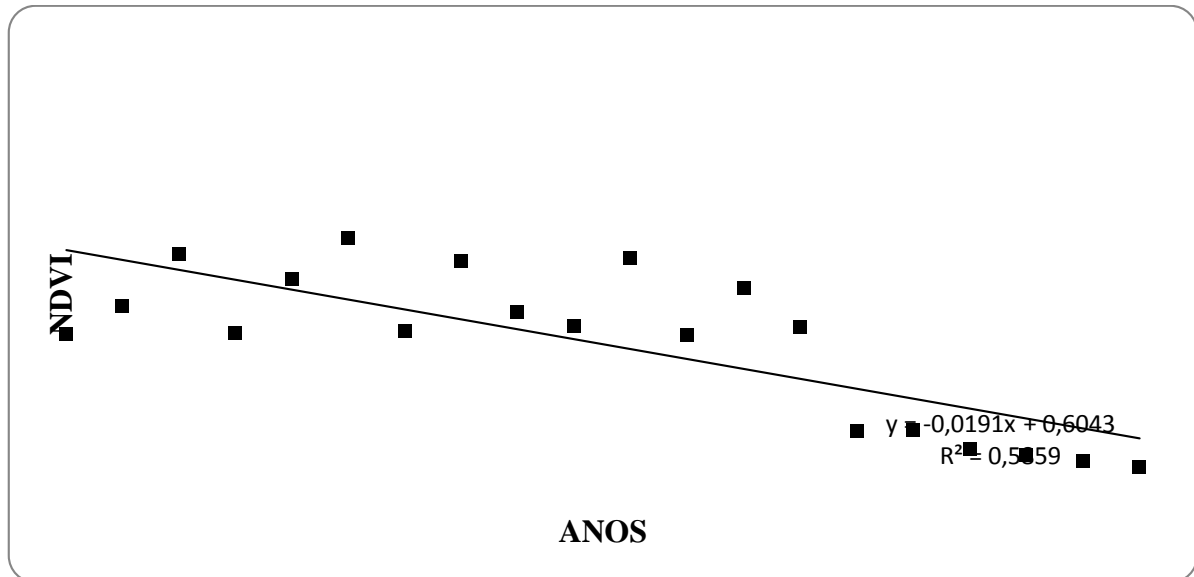


Figura 3. Valores médios de NDVI para o município de Belo Horizonte, MG.

As superfícies vegetadas exibiram diferentes valores de albedo, que variaram de acordo com o estágio de desenvolvimento e tipo de vegetação. Para estas superfícies cobertas por vegetação, o albedo diminuiu em decorrência da maior utilização da energia incidente pelas plantas, seja nos processos de fotossíntese ou transpiração.

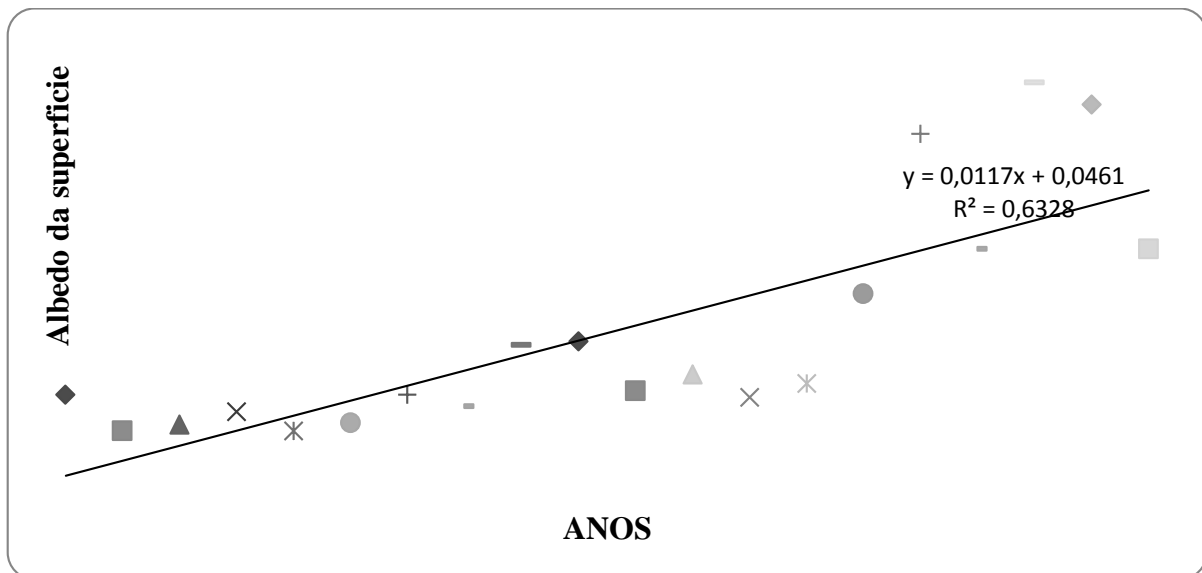


Figura 4. Valores médios de albedo da superfície para o município de Belo Horizonte, MG.

A tendência geral é de áreas com vegetação mais densa apresentar os menores valores de albedo enquanto áreas com algum tipo de atividade antrópica, tal como agricultura e influência urbana, apresentar os maiores valores de albedo. Este resultado está de acordo com diversos trabalhos (Bastiaanssen, 2000; Oliveira, 2009).

Na análise da classificação não-supervisionada utilizando o K-means com cinco classes e uma interação, observa-se que o aumento de 40% da imagem que é classificada como área urbana, (Figura 5). Isso evidencia o crescimento rápido da área urbana e a diminuição das áreas densamente verdes.

Conforme destaca Souza (2009), o Brasil é hoje um país urbano, uma vez que cerca de 80% de sua população habitam em cidades. Este processo começou a se estruturar a partir da década de 40 do século XX e culminou nas décadas de 60 e 70 quando as grandes cidades brasileiras foram estruturadas. As grandes cidades, capitais em geral, passaram por um intenso processo de crescimento, decorrente da expansão populacional e industrial. Além disso, absorveram os núcleos urbanos que se organizavam ao seu redor.

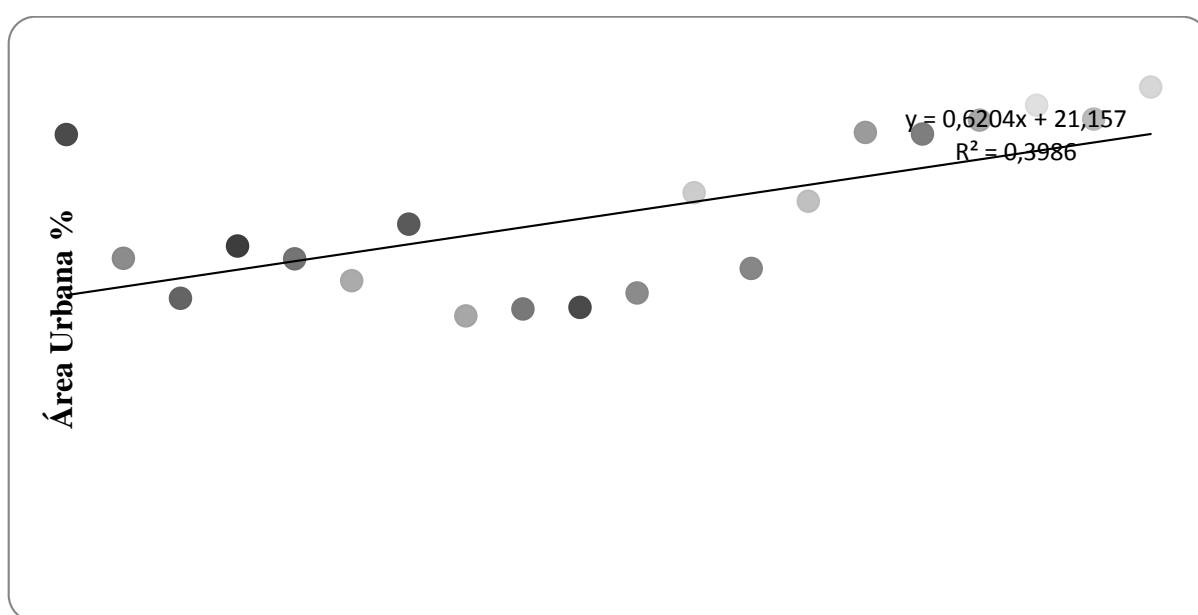


Figura 5. Classificação não-supervisionada utilizando o K-means para o município de Belo Horizonte, MG.

As áreas densamente urbanizadas em Belo Horizonte, MG, combinadas com a falta de vegetação, podem resultar em baixos valores de calor latente, umidade específica e evapotranspiração, mas, por outro lado, aumenta significativamente os fluxos de calor sensível que modificam a camada limite urbana.

A temperatura média anual obteve aumentos significativos, que podem ser constatados na inclinação da reta de tendência, que demonstra que a maioria dos anos apresentou uma elevação térmica considerável.

Na Figura 6 o município de Belo Horizonte apresenta uma tendência de aumento da temperatura mínima e uma pequena elevação da temperatura média. Entretanto, ao se fazer uma análise similar para as temperaturas máximas, verifica-se um comportamento estacionário

(Figura 6), o que significa, ao analisar-se as duas temperaturas (máximas e mínimas) conjuntamente, que não existe uma tendência de aumento das temperaturas máximas, mesmo levando-se em conta as ilhas de calor.

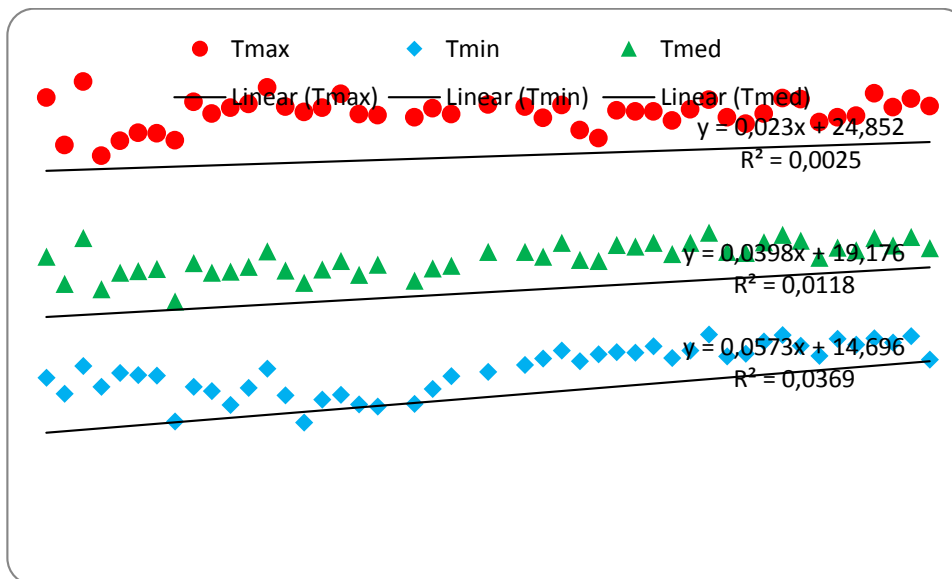


Figura 6. Evolução temporal da temperatura média anual dos anos de 1961 a 2010 e temperaturas máximas e mínimas anuais para o município de Belo Horizonte, MG.

Como resultado importante, verifica-se, portanto, que a amplitude dos invernos tem diminuído, pois existe um evidente aumento nas temperaturas mínimas em contraposição a um comportamento estacionário das temperaturas máximas. Esta alteração pode estar associada a um aumento gradativo e regionalizado da nebulosidade. Durante a noite, o aumento da nebulosidade contribui para a diminuição da quantidade de radiação de onda longa emitida para o espaço, aumentando a temperatura mínima. Ao estudar as oscilações climáticas em Minas Gerais em uma escala maior Minuzzi *et al.*, (2010), constataram o crescimento entre 1961 a 2004, com destaque para o município de Viçosa, aumento de 0,86°C a 3,4°C em sete dos nove meses analisados. Outro resultado importante encontrado por estes pesquisadores foi o aumento na pressão de vapor d'água entre 0,35 mb/década a 0,6 mb/década, de janeiro a junho para Viçosa, MG.

O resultado da substituição de superfícies naturais, como vegetação e solo nu, por materiais, como asfalto e concreto, reduzem a cobertura vegetal e alteram radicalmente as propriedades de impermeabilidade, radiativas, térmicas e aerodinâmicas da área urbana. Evidenciando que, a intensificação da substituição dos espaços naturais (florestas) por ambientes artificialmente construídos (asfalto, concreto, telhas de amianto e de zinco, dentre outros) proporcionam maior absorção de radiação por esses materiais, contribuindo desta forma para o aumento da temperatura nas áreas urbanas. Percebe-se que a intensificação da urbanização, crescimento vertical das cidades, do fluxo migratório na cidade de Belo Horizonte

e a redução da cobertura vegetal têm contribuído de forma direta para o aumento do fenômeno das ilhas de calor.

Esse fenômeno pode ser atribuído segundo Lombardo (1985) aos seguintes fatores: i) efeitos da transformação de energia no interior da cidade, com formas específicas (estruturas verticais artificialmente criadas), cores e materiais de construção (condutibilidade); ii) redução do resfriamento causado pela diminuição da evaporação (poucas áreas verdes, transporte de água da chuva através de canalização); iii) produção de energia antropogênica, por meio da emissão de calor pelas indústrias, trânsito e habitações.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos, ainda que em caráter preliminar, indicam a eficiência do sensoriamento remoto como ferramenta de análise na análise espaço-temporal de áreas densamente verdes, mostrando-se eficaz quanto à espacialização dessas anomalias na malha urbana.

Observou-se redução da vegetação ao longo dos 26 anos em Belo Horizonte, MG. Essa vem acarretando em um aumento significativo da temperatura do ar e do albedo, sendo que o valor mínimo encontrado foi no dia 30/07/1992 com 0,093 e o valor máximo no dia 25/08/2007 com 0,365.

A área urbana apresentou um crescimento desordenado a partir da análise da classificação não-supervisionada utilizando o K-means, com aumento de 40% por meio das imagens processadas. Isso evidencia o crescimento rápido da área urbana e a diminuição das áreas densamente verdes.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G., TASUMI, M.; TREZZA, R. SEBAL (Surface Energy Balance Algorithms for Land). Advance Training and Users Manual – Idaho Implementation, version 1.0. 2002.
- ASSIS, W. L.; ABREU, M. L. O clima urbano de Belo Horizonte: análise tempo-espaço do campo térmico e hídrico. **Revista de Ciências Humanas**, Vol. 10, nº 1, p. 47-63, jan./jun. 2010.
- BARBOSA, R. V. R.; VECCHIA, F. A. S. Estudos de Ilha de Calor Urbana por Meio de Imagens do Landsat 7 ETM+: Estudo de Caso em São Carlos (SP). **Revista Minerva**, 6(3): 273-278, 2009.
- BASTIAANSEN, W. G. M.; MENENTI, M.; FEDDES, R. A. A. M. A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL) 1. Formulation. **Journal of Hydrology**. v. 212-213, p. 198-212, 1998.

BASTIAANSSEN, W.G.M. SEBAL – based sensible and latent heat fluxes in the irrigated Gediz Basin, Turkey. **Journal of Hydrology**, 229: 87-100. 2000.

CAVALHEIRO, F.; DEL PICCHIA, P.C.D. **Áreas verdes: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento**. In: Anais do 1º Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana e 4º Encontro Nacional sobre Arborização Urbana. Vitória – ES, p.29-38, 1992.

CHANDER, G.; MARKHAM, B. Revised Landsat 5/TM radiometric calibration procedures and postcalibration dynamic ranges. IEEE. **Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, 41: 2.764-2.677. 2003.

CORREIA, F. W. S.; ALVALA, R. C. S.; GIELOW, R. Albedo do Pantanal Sul Matogrossense durante o período de transição seco-úmido de 2001-2002, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., Foz do Iguaçu. Anais... Rio de Janeiro: SBMET, 2002.

DELGADO, R. C. Análise da evolução espaço-temporal das lavouras no Estado de Minas Gerais. **Tese de Doutorado**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. 132 pp. 2010.

HENKE-OLIVEIRA, C. **Planejamento ambiental na cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnóstico e propostas**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP, 1996.

LIMA, A. M. L.P; CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J.C.; SOUSA, M.A.L.B.; FIALHO, N. DEL PICCHIA, P.C.D. **Problemas de utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos**. In: Anais do II Congresso de Arborização Urbana. São Luis- MA, p 539-553, 1994.

LOMBARDO, M.A. Ilhas de Calor nas Metrôpoles: o exemplo de São Paulo. São Paulo: HUCITEC, 1985. 244p.

MENDONÇA, F.A. **O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno. Proposição metodológica para estudo e sua aplicação à cidade de Londrina, PR**. Tese de Doutorado, FFLCH/USP, São Paulo - SP, 1994.

MINUZZI R. B., VIANELLO R. L., SEDIYAMA G. C. Oscilações climáticas em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.25, n.2, p.227-236, 2010.

NUCCI, J.C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano**. Humanitas, São Paulo - SP, 2001.

OKE, T. R.; VOOGT, J. A. Thermal remote sensing of urban climates. **Remote Sensing Environment**, v. 86, p. 370-384, 2003.

OLIVEIRA, T.H. **Balanco de Radiação da bacia hidrográfica do Rio Moxotó-PE através de imagens TM Landsat-5 e ETM+ Landsat 7**. Monografia do Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco. 2009.

SOUZA, Jane Ilce Barreto. Qualidade ambiental em cidades médias: estudo de caso da cidade de Campos dos Goytacazes. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 3 n. 1, p. 117-134, jan. / jun. 2009.

TOLEDO, F.S; SANTOS, D.G. Espaços Livres de Construção. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba - SP, v3, n1, p. 73-91, mar. 2008.

VIEIRA, P. B. H. **Uma visão geográfica das áreas verdes de Florianópolis, SC: estudo de caso do Parque Ecológico do Córrego Grande (PECG)**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2004.