

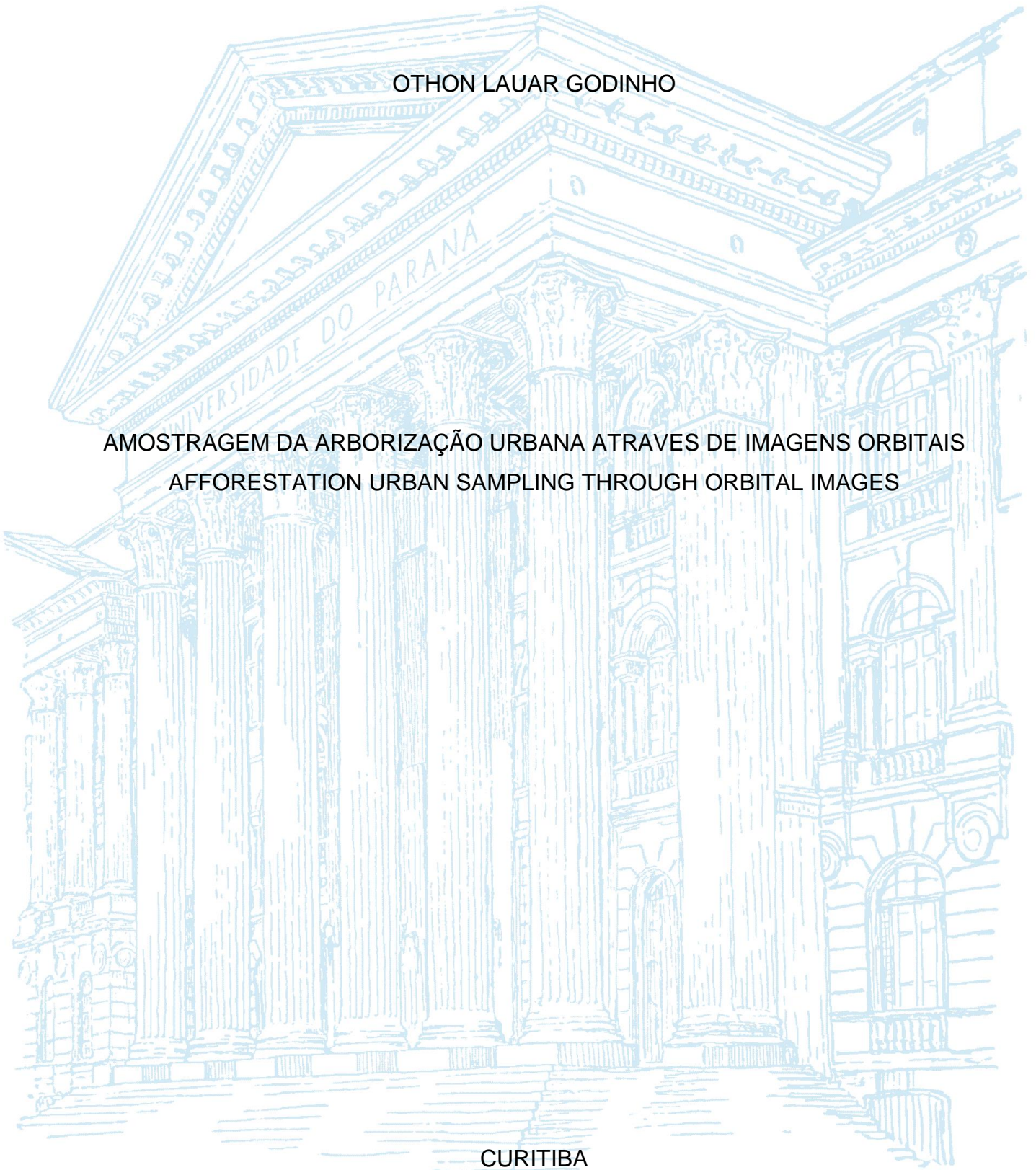
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

OTHON LAUAR GODINHO

AMOSTRAGEM DA ARBORIZAÇÃO URBANA ATRAVES DE IMAGENS ORBITAIS
AFFORESTATION URBAN SAMPLING THROUGH ORBITAL IMAGES

CURITIBA

2018



OTHON LAUAR GODINHO

AMOSTRAGEM DA ARBORIZAÇÃO URBANA ATRAVES DE IMAGENS ORBITAIS

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao Curso de Pós-Graduação em MBA em Gestão Florestal, Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Gestão Florestal.

Orientadora: Prof(a). Dr(a). Bruna Nascimento de Vasconcellos

CURITIBA

2018

RESUMO

A arborização urbana é de grande importância para a qualidade de vida da população, os inventários de arborização urbana fornecem informações necessárias para desenvolver um plano de manejo adequado, mas demandam elevados investimentos e tempo. As geotecnologias conseguem ser apontadas como instrumentos de grande importância no auxílio na quantificação e monitoramento de áreas verdes, sendo rápida utilização, precisa e de custo baixo. Objetivou-se com este trabalho analisar o potencial de aplicação de imagens orbitais de alta resolução espacial na amostragem arbórea urbana de Chapadão do Sul - MS. Realizou-se o processamento digital da imagem World View 2, georreferenciamento, e a partir disso a cobertura arbórea foi vetorizada e reconhecimento das espécies nativas e exóticas existentes e de suas interações no espaço urbano. O índice de cobertura verde foi de 13,67 m²/habitante sendo considerado no nível recomendado pela ONU, FAO ou OMS, no entanto baixo em relação a SBAU e o percentual de área verde de 3,70% valor considerado baixo, portanto baixa qualidade ambiental, de modo que, faz necessária a elaboração de um plano diretor de arborização, como forma de buscar um melhor planejamento da arborização urbana de toda a cidade. A baixa diversificação de espécies florestais para arborização, principalmente espécies nativas evidencia que as políticas públicas não vêm cooperando com a conservação da biodiversidade local. A metodologia é considerada satisfatória, de forma que Sistemas de Informações Geográficas podem auxiliar o trabalho de campo, diminuindo tempo e o custo financeiro de execução dos inventários florestais urbanos.

Palavras-chave: Áreas verdes; SIG; Vias públicas.

ABSTRACT

Urban afforestation is of great importance to the quality of life of the population, urban afforestation inventories provide the information necessary to develop an adequate management plan, but they require high investments and time. Geotechnologies can be identified as instruments of great importance in the aid of the quantification and monitoring of green areas, being fast use, precise and low cost. The objective of this study was to analyze the potential of high spatial resolution orbital images in the urban tree sampling of Chapadão do Sul - MS. Digital processing of the World View 2 image was carried out, georeferencing, and from that the tree cover was vectorized and recognition of the native and exotic species existing and their interactions in the urban space. The green cover index was 13.67 m² / inhabitant, being considered at the level recommended by the UN, FAO or OMS, however low in relation to SBAU and the percentage of green area of 3.70% considered low value, therefore low quality environmental, so that, it makes necessary the elaboration of a master plan of afforestation, as a way to seek a better planning of the urban afforestation of the whole city. The low diversification of forest species for afforestation, mainly native species, shows that public policies are not cooperating with the conservation of local biodiversity. The methodology is considered satisfactory, so that Geographic Information Systems can help the field work, reducing the time and financial cost of executing the urban forest inventories.

Keywords: GIS; Green areas; Public roads.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO, MUNICÍPIO DE CHAPADÃO DO SUL – MS	13
FIGURA 2 – MAPEAMENTO TEMÁTICO DA ARBORIZAÇÃO URBANA DA CIDADE DE CHAPADÃO DO SUL – MS ZONA NORTE	17
FIGURA 3 – MAPEAMENTO TEMÁTICO DA ARBORIZAÇÃO URBANA DA CIDADE DE CHAPADÃO DO SUL – MS ZONA SUL.....	17

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – CLASSES DE QUALIDADE AMBIENTAL NO PARÂMETRO DA COBERTURA VEGETAL	14
TABELA 2 – CLASSIFICAÇÃO DO IAV E PAV DOS BAIRROS DE CHAPADÃO DO SUL – MS.....	18
TABELA 3 – LISTA COM A COMPOSIÇÃO DAS ESPÉCIES ARBÓREAS INVENTARIADAS	19

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

EC	- European Commission
EEA	- European Environment Agency
FAO	- Food and Agriculture Organization (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura)
IAV	- Índice de Área Verde
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
OMS	- Organização Mundial da Saúde
ONU	- Organizações das Nações Unidas
PAV	- Percentual de Área Verde
SBAU	- Sociedade Brasileira de Arborização e Urbanismo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS	11
1.1.1. Objetivo geral	11
1.1.2. Objetivos específicos.....	11
1.2 JUSTIFICATIVA	11
2.1 Caracterização da área de estudo	13
2.2 Coleta de dados	13
3 RESULTADO E DISCUSSÃO	16
4 CONCLUSÃO	21
4.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

1 INTRODUÇÃO

O aumento populacional em zonas urbanas, tem gerado grandes aglomerados humanos, aliado à falta de planejamento adequado, e provocando inúmeros problemas principalmente no contexto social e ambiental. Neste sentido, é crucial que as zonas urbanas sejam capazes de absorver os impactos relacionados às mudanças climáticas e qualidade ambiental.

A inclusão de infraestruturas verdes, como telhados verdes, arborização urbana, paredes verdes, têm sido apontada de baixo custo e facilmente aplicáveis para lidar com eventos climáticos (CARVALHO et al., 2017; RAFAEL et al., 2017), bem como melhorar a qualidade de vida da população e mitigar a poluição do ar (EC, 2015, EEA, 2011).

As arborizações urbanas possuem um papel de destaque como componente relevante para melhorar o bem-estar dos indivíduos que habitam nas áreas urbanas, permitindo diversas vantagens, que são cada vez mais reconhecidas como parte integrante do capital natural de um país (NATURAL CAPITAL COMMITTEE, 2015), tais como: valorização da propriedade residencial; estética agradável; bem estar psicológico; microclima; sombreamento para pedestres e veículos; redução da poluição sonora; aumento na umidade relativa do ar; redução na incidência de raios solares; amenização do impacto das gotículas de água da chuva e seu escoamento superficial; redução da velocidade do vento e desempenho da função ecológica, conservando a biodiversidade, servindo de abrigo e fornecendo alimentação para os animais (PIVETTA, SILVA FILHO, 2002; BLUM, BORG, SAMPAIO, 2008; SCHALLENBERGER, MACHADO, 2013), diante disso é de grande importância o monitoramento e a manutenção, auxiliando nas técnicas silviculturais (ARDILA et al., 2012).

O primeiro passo para um melhor planejamento da arborização urbana e o inventário quantitativo, visando melhorar a qualidade de vida na cidade bem como participar para a preservação da diversidade local (KURIHARA et al., 2005; MILLER, 1998). A quantificação da arborização urbana tem sido realizada através de indicadores dependentes e independentes da demografia, como ao índice de áreas verdes expressos (IAV) ou percentual de áreas verdes (PAV) (OLIVEIRA, 1996). A realização de um inventário da arborização urbana convencional exige diversas variáveis em campo o que demanda altos custos aos cofres públicos, considerando o

deslocamento nas ruas, formação de equipes para viabilizar a coleta de dados, além o tempo gasto para mensuração das variáveis dendrometrias (VASCONCELLOS et al., 2016).

Diante disso, as imagens de alta resolução espacial vêm sendo utilizadas em estudos intraurbanos com o objetivo de estabelecer correlações entre o uso do espaço utilizado (SOUZA, 2003; ESTEVAM, 2006; SOUZA et al., 2007; AVELAR et al., 2009; KUX et al (2009)). As imagens de satélite de alta resolução espacial, tem se mostrado eficientes na extração de informações da cena, atingindo um alto nível de detalhamento (OH & LEE, 2015), sendo usadas na identificação e mapeamento das árvores e florestas urbanas, tendo em vista a praticidade, acessibilidade e custo relativamente baixo (VASCONCELLOS et al., 2016). No entanto, a utilização destes sistemas ainda é escassa no inventário de arborização urbana, sendo imprescindível a realização de pesquisas da utilização de imagens de alta resolução espacial no planejamento e execução dos inventários florestais urbanos (NETO & BIONDI, 2012).

1.1 Objetivos

1.1.1. Objetivo geral

O objetivo deste trabalho foi analisar o potencial de aplicação de imagens orbitais de alta resolução espacial na amostragem arbórea urbana de Chapadão do Sul - MS.

1.1.2. Objetivos específicos

- a) Identificar as áreas verdes da área urbana do município de Chapadão do Sul - MS;
- b) Quantificar a arborização urbana das áreas verdes;
- c) Calcular o índice de área verde e índice de cobertura vegetal e
- d) Reconhecer as espécies nativas e exóticas existentes e de suas interações no espaço urbano.

1.2 Justificativa

A arborização urbana caracteriza-se como um dos mais importantes elementos que compõe o ecossistema das cidades e que, pelos benefícios que produz, deveria ser uma preocupação permanente de todo e qualquer planejamento urbano. Associada a outros indicadores, a vegetação atua como elemento indispensável ao equilíbrio, seja na manutenção do meio, seja nas ações que visem a melhoria da qualidade de vida em áreas mais comprometidas.

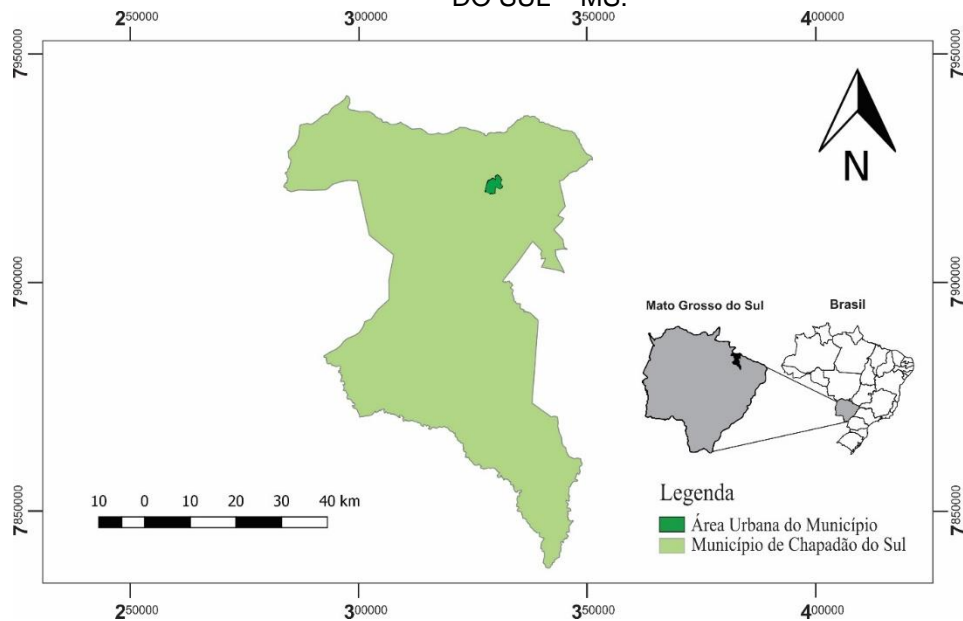
Estudar a qualidade ambiental e a qualidade de vida dos habitantes por meio dos índices constitui um importante instrumento de análise das condições socioambientais de uma população de um determinado local.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

A região de estudo compreende toda a área urbana do município de Chapadão do Sul, localizada no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. O município possui uma área de 3.248,12 km², com 23.940 habitantes (IBGE, 2017), sendo que a área analisada possui 8.847.862 m², equivalente a 2,27% da área total. Para este estudo foi elaborado a compilação da base cartográfica e a criação do banco de dados geográficos, conforme pode ser visualizada na FIGURA 1.

FIGURA 1 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO, MUNICÍPIO DE CHAPADÃO DO SUL – MS.



FONTE: GODINHO (2018).

2.2 Coleta de dados

Utilizou-se imagem orbital do satélite World View 2 com resolução espacial de 0,7 m, correspondente a 13 de setembro de 2017, adotando-se a o Datum SIRGAS 2000 UTM Zona 22S, foi processada no Sistema de Informação Geográfica Quantum Gis. A imagem foi obtida pela empresa Engesat, o qual realizou o processamento digital, no intuito de melhorar a qualidade da imagem, proporcionando maior confiabilidade.

Conforme proposto por Nucci (2001) o total de áreas verdes foram obtidas segundo a quantificação da vetorização da arborização a partir da imagem, levando em consideração apenas as áreas verdes públicas ligadas ao uso direto da população. Os dados foram processados levando em consideração alguns fatores como forma,

tamanho, padrão, textura e tonalidade da cobertura arbórea, foram considerados para elaborar-se um arquivo vetorial poligonal (shapefile) para as áreas de vegetação identificadas.

Realizou-se a validação e integração da arborização urbana da cidade de Chapadão do Sul, com auxílio do GPS de navegação na qual os indivíduos arbóreos foram georreferenciados, elaborando-se o mapa de quantificação da cobertura arbórea da área de estudo. O índice de área verde (IAV) segundo Oliveira (1996), foi obtido através da equação:

$$\text{IAV} = \frac{\sum \text{Áreas verdes}}{\text{População}}$$

Em que:

IAV = índice de área verde (m²/habitante);

∑ áreas verdes = área total de cobertura arbórea (m²);

População = n^o de habitantes do bairro.

Segundo Cavalheiro (1998) difundido no Brasil e atribuído à Organizações das Nações Unidas (ONU), Organização Mundial da Saúde (OMS) ou Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) o índice de áreas verdes recomendado e considerado ideal para as cidades é acima de 12 m² por habitante, mas segundo a sociedade brasileira de arborização e urbanismo (SBAU, 1996) o mínimo seria 15 m² por habitante.

Entretanto, se for seguida essa recomendação da classe de qualidade ambiental (BORGES et al., 2010), a ONU considera que a arborização urbana está diretamente relacionada ao Percentual de Cobertura Vegetal (PAV) em relação a área total estudada, conforme pode ser visualizado na TABELA 1. O PAV é obtido por meio de regra de três simples.

$$\text{PAV} = \frac{\sum \text{Áreas verdes}}{\text{Área estudada}} * 100 \%$$

TABELA 1 – CLASSES DE QUALIDADE AMBIENTAL NO PARÂMETRO DA COBERTURA VEGETAL.

Cobertura vegetal (%)	Qualidade ambiental em relação a área	
	total	
Até 5%	Baixa	
Entre 5 e 25%	Média	
Acima de 25%	Alto	

FONTE: Borges (2010).

Os índices mínimos de cobertura vegetal e bastante politizada em relação a sua classificação e definição adotadas por vários autores brasileiros tornando ainda mais complexa uma avaliação (OLIVEIRA, 1996).

A amostragem estratificada dos bairros, por meio do inventário florestal, foi realizada através da utilização da fórmula da razão separada, proposta por Cochran (1977). O tamanho da amostra foi adotado como sendo 10% de cada bairro, visto que na literatura de referência não existe um tamanho ótimo para estimadores de razão, apontam valores de 10% (RACHID & COUTO, 1999) e 15% (MENEGHETTI, 2003).

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

O mapeamento da cobertura arbórea a partir da imagem orbital de alta resolução espacial da cidade de Chapadão do Sul - MS, possibilitou quantificar a arborização urbana e verificar a distribuição espacial no local de estudo. A partir da detecção remota foram quantificados 9.828 indivíduos arbóreos.

A validação e integração da arborização urbana da cidade com o trabalho de campo e justificada pela variação de brilho devido as copas estarem muito próximas ao sombreamento provindas de edifícios e a resposta espectral da copa, fazendo com que a copa se desvie do modelo em forma cônica, ou seja, dificultando a identificação no sistema. De modo que, foram contabilizados em trabalho de campo 10.357 indivíduos arbóreos, ou seja, 529 indivíduos a mais. Essa diferença também é observada por Vasconcellos et al. (2016) e Gohara et al. (2015).

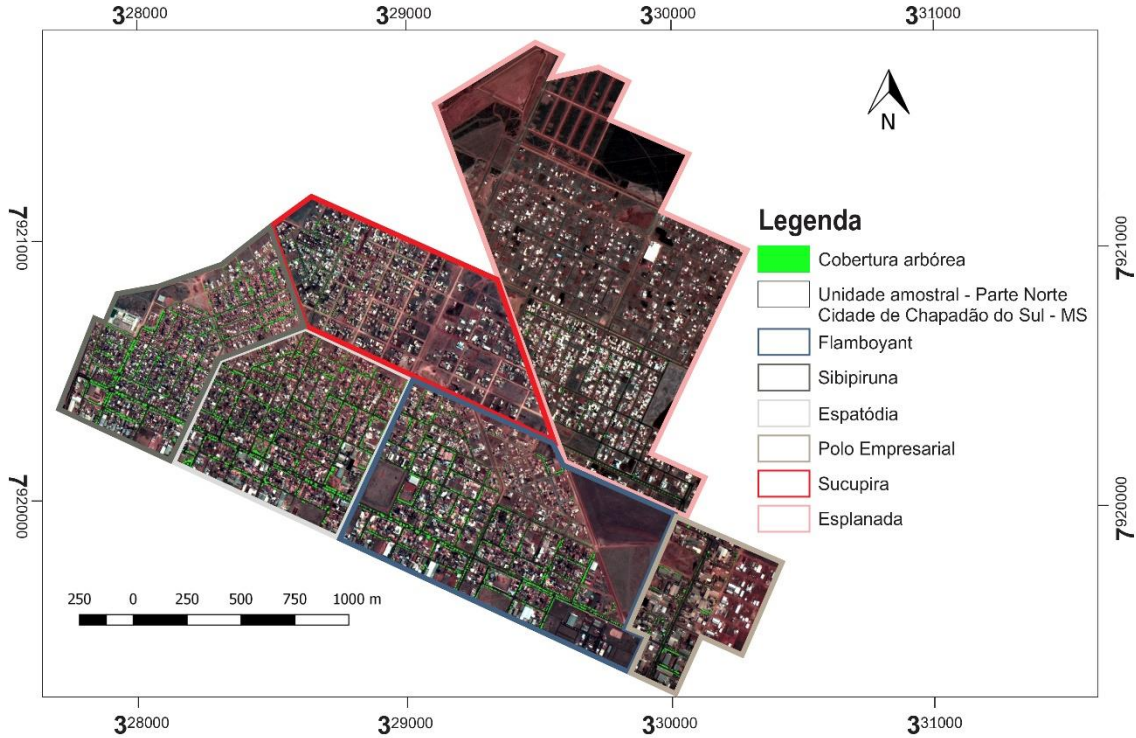
A escolha da melhor resolução espectral e espacial da imagem interfere diretamente no processo de dimensionamento da vetorização da árvore. Para se ter uma delimitação mais confiável dos limites do dossel, faz necessário uma resolução espacial de aproximadamente de ordem de grandeza menor que o diâmetro médio dos menores indivíduos (CULVENOR & TIDA, 2002) sendo possível observar a distribuição espacial da arborização.

A partir do processamento da imagem orbital, a cidade de Chapadão do Sul apresentou 327.339,53 m² de cobertura verde que equivale a somatório das copas das árvores levantadas. Logo, constatou-se que o IAV para a área urbana de Chapadão do Sul - MS no ano de 2017 foi de 13,67 m²/habitante, sendo considerado no nível recomendado pela ONU, FAO ou OMS, no entanto baixo em relação a SBAU. Segundo as recomendações propostas por Borges (2010) adaptado por Vasconcellos et al. (2016), constatou-se que o PAV para a área foi de 3,70%, apresentando baixa qualidade ambiental de acordo com a conforme sugerido por Borges (2010).

Foi possível observar que a cobertura vegetal de Chapadão do Sul não é distribuída uniformemente ao longo dos bairros, conforme pode se identificar a partir do mapeamento temático da arborização urbana nas FIGURAS 2 e 3. Existe um elevado número de vazios, principalmente nos novos bairros da cidade como Sucupira e Esplanada e Planalto que se desenvolveram nos últimos 10 anos. Em contrapartida, alguns bairros como Centro, Esperança, Flamboyant, Espatódia e Sibipiruna possuem

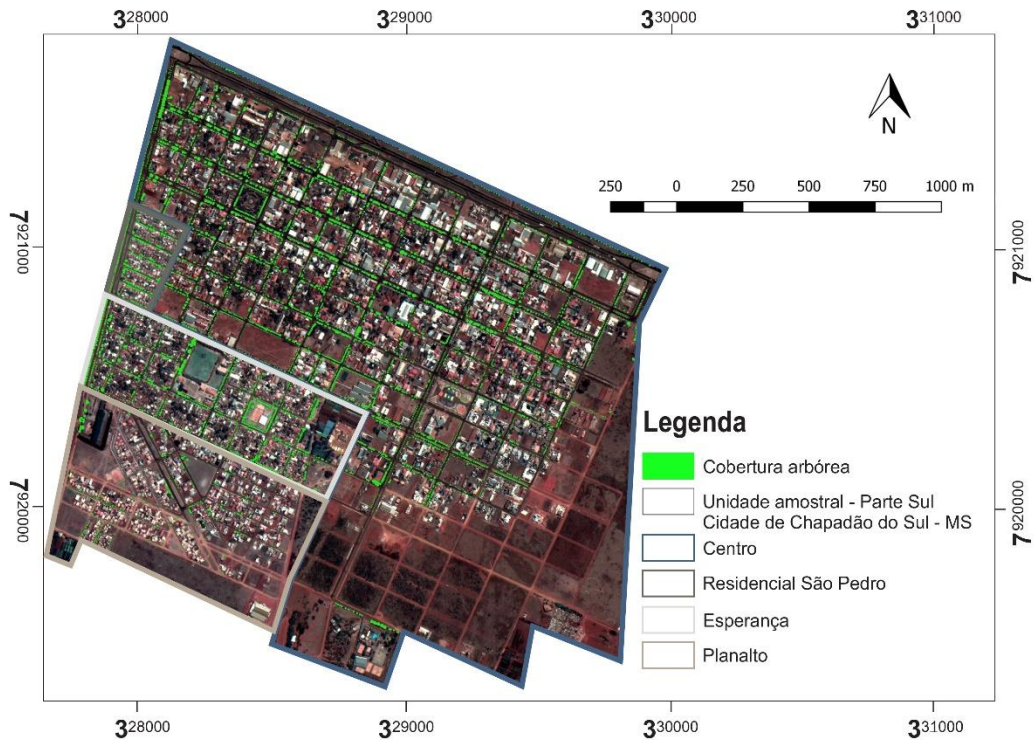
uma arborização bastante expressiva. Nesse sentido foram calculados o IAV e o PAV separadamente para cada bairro.

FIGURA 2 – MAPEAMENTO TEMÁTICO DA ARBORIZAÇÃO URBANA DA CIDADE DE CHAPADÃO DO SUL – MS ZONA NORTE.



FONTE: GODINHO (2018).

FIGURA 3 – MAPEAMENTO TEMÁTICO DA ARBORIZAÇÃO URBANA DA CIDADE DE CHAPADÃO DO SUL – MS ZONA SUL.



FONTE: GODINHO (2018).

Os valores de IAV e PAV dos 10 bairros variam respectivamente 1,28 m²/habitante a 127,35 m²/habitante e 0,24 % a 16,19 % conforme é possível observar na TABELA 2. Pode-se observar, portanto que o IAV dos bairros é considerado bom, conforme sugerido pela SBAU, entretanto os bairros Esplanada, Planalto e Sucupira apresentaram abaixo do recomendado. Em relação ao PAV apresentando em geral baixa qualidade ambiental, conforme sugerido por Borges (2010), entretanto os bairros Espatódia, Esperança, Sibipiruna e Residencial São Pedro apresentaram qualidade ambiental média. Isso reforça a ideia da necessidade de uma política de arborização municipal em virtude, principalmente, das altas temperaturas e sensações térmicas diárias.

TABELA 2—CLASSIFICAÇÃO DO IAV E PAV DOS BAIRROS DE CHAPADÃO DO SUL – MS.

Nome da bairros	IAV (m²/habitante)	PAV (%)
Centro	25,33	4,62
Esplanada	1,28	0,24
Sucupira	1,19	0,48
Polo Empresarial	16,07	1,83
Planalto	6,5	2,01
Flamboyant	13,21	4,01
Sibipiruna	12,67	6,12
Espatódia	16,14	7,06
Esperança	22,06	9,58
Residencial São Pedro	127,35	16,19

FONTE: GODINHO (2018).

Quanto maior a densidade demográfica de um bairro (ou de uma cidade), indubitavelmente, maior será a necessidade de ampliação da cobertura vegetal através do plantio de indivíduos arbóreos com potencial de sombreamento, a fim de que se obtenha um IAV por habitantes, favorável à melhoria da qualidade de vida da população.

Estudo realizado por Vasconcellos et al. (2016), classificou a arborização urbana utilizando imagens de alta resolução do satélite Quickbird, obtendo resultados satisfatórios para cidade de Santa Maria, localizada no Estado do Rio Grande do Sul, região sul do Brasil. O mesmo foi observado por Tigges et al. (2013), classificou a arborização urbana utilizando imagens de alta resolução do satélite RapidEye, obtendo resultados satisfatórios para Berlim, capital da Alemanha.

Em número de espécies, as plantas exóticas são mais predominantes na arborização da cidade, o número de espécies nativas na arborização foi zero, sendo as famílias que apresentaram maior população foram a Bignoniaceae, Fabaceae e Anacardiaceae, conforme pode ser visualizada na TABELA 3. Essas mesmas famílias apresentaram também maior dominância em diversos levantamentos já realizados em outros municípios, como em Goianira - GO (MIRANDA et al., 2012); em Uchôa - SP (STRANGHETTI; SILVA, 2010); em Carlinda - MT, Alta Floresta - MT e Nova Monte Verde - MS (ALMEIDA; RONDON NETO, 2010).

TABELA 3 - LISTA COM A COMPOSIÇÃO DAS ESPÉCIES ARBÓREAS INVENTARIADAS.

<u>Nome Científico</u>	<u>Nome Comum</u>	<u>Família</u>
<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	Chrysobalanaceae
<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	Sibipiruna	Fabaceae
<i>Tabebuia Chrysotricha</i>	Ipê amarelo	Bignoniaceae
<i>Tabebuia avellaneda</i>	Ipê rosa	Bignoniaceae
<i>Mangifera indica</i>	Mangueira	Anacardiaceae
<i>Delonix regia</i>	Flamboyant	Fabaceae
<i>Myrtaceae</i> sp.	Myrtaceae	Myrtaceae
<i>Roystonea oleracea</i>	Palmeira	Arecaceae
<i>Caesalpinia echinata</i>	Pau Brasil	Fabaceae
<i>Tibouchina granulosa</i>	Quaresmeira	Melastomataceae
<i>Sapindus saponária</i>	Saboneteira	Sapindaceae
<i>Pachira aquática</i>	Falso-cacau	Bombacaceae
<i>Tabebuia roseoalba</i>	Ipê branco	Bignoniaceae
<i>Bauhinia forficata</i>	Pata de vaca	Cercideae
<i>Murraya paniculata</i>	Murta	Rutaceae
<i>Plumeria rubra</i>	Jasmim Manga	Apocynaceae
<i>Schinus molle</i>	Aroeira salsa	Anacardiaceae

FONTE: GODINHO (2018).

A baixa diversificação de espécies florestais para arborização em cidades de pequeno e médio porte no Brasil tem sido verificado em diversos trabalhos já realizados, tal como Irati/PR, que apenas três espécies, corresponderam 55% do inventário (COLTRO; MIRANDA, 2007) e em Chapada/RS, onde sete espécies mais de 70% da arborização (GAUER, 2012).

Silva et al., (2007) afirmam que o desejável que esteja entre 12% e 15% a quantidade de cada espécie do total de indivíduos da arborização urbana. A baixa diversificação de espécies florestais na paisagem urbana deixa a cidade sucessível à ocorrência de eventualidades, como pragas e doenças, que poderia levar a um grande número de morte das árvores do município. É de grande importância ter diversificação de espécies florestais na paisagem urbana, principalmente espécies nativas, pois elas

expõem maior vigor a pragas e doenças, possibilitando a criação de um banco genético ex-situ e trazendo várias vantagens para a fauna nativa, como fonte de alimentação e alimento (BIONDI; LEAL, 2008).

4 CONCLUSÃO

A arborização na cidade de Chapadão do Sul - MS apresenta diversos problemas relacionados à abundância, distribuição e escolha das espécies utilizadas, fato comum para diversas cidades brasileiras, e fundamental a criação de um plano diretor de arborização, como aspecto de produzir um melhor planejamento da arborização urbana de toda a cidade, objetivando por parte da prefeitura e da população um manejo mais apropriado e equilíbrio ecológico entre as espécies arbóreas. As geotecnologias conseguem ser apontadas como instrumentos de grande importância a serem aliadas aos trabalhos de campo, somando ao inventário convencional, proporcionando economia de tempo e baixo custo.

Verificou a escassez e a má distribuição das áreas verdes dos bairros no município de Chapadão do Sul, de modo que, o índice de cobertura verde sendo considerado no nível recomendado pela ONU, FAO ou OMS, no entanto baixo em relação a SBAU e o percentual de cobertura verde foi considerado baixo, portanto qualidade ambiental baixa.

A baixa diversificação de espécies florestais para arborização, principalmente espécies nativas evidencia que a cidade de Chapadão do Sul deve elaborar um plano um melhor plano de manejo para conservação da biodiversidade local.

4.1 Recomendações para trabalhos futuros

Sugere-se que o poder público responsável pelo planejamento urbano a criação de um plano diretor de arborização, como aspecto de produzir um melhor planejamento da arborização urbana de toda a cidade, objetivando por parte da prefeitura e da população um manejo mais apropriado e equilíbrio ecológico entre as espécies arbórea, proporcionando um maior número de áreas verdes em seu território.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, D. N.; RONDON NETO, R. M. Análise da arborização urbana em três cidades da região norte do estado de Mato Grosso. **Acta Amazonica**, v.40, n.4, p.647-656, 2010.
- ARDILA, J.P.; BIJKER, W.; TOLPEKIN, V.A.; STEIN, A. Context-sensitive extraction of tree crown objects in urban areas using VHR satellite images. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**. v. 15, p. 57-69, 2012. doi: 10.1016/j.jag.2011.06.005
- AVELAR, S.; ZAH, R.; CORRÊA, C.T. Linking socioeconomic classes and land cover data in Lima, Peru: Assessment through the application of remote sensing and GIS. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v.11, n. 1, p. 27-37, 2009.
- BIONDI, D.; LEAL, L. Caracterização das plantas produzidas no Horto Municipal da Barreirinha - Curitiba / PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.3, n.2, p.20-36, 2008.
- BLUM, C. T.; BORGIO, M.; SAMPAIO, A. C. F. Espécies exóticas invasoras na arborização de vias públicas de Maringá-PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 3, n. 2, p. 78-97, 2008. Disponível em: < http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos_cientificos/artigo185publicacao.pdf>. Acesso em: 22 agos. 2018.
- BORGES, C. A. R. F.; MARIM, G. C. **Análise da cobertura vegetal como indicador de qualidade ambiental em áreas urbanas: um trabalho comparativo entre os bairros da Pedreira e Marambaia – Belém/PA**. Trabalho de conclusão (graduação em licenciatura em Geografia), Belém: IFPA, 2010. 92 p. Disponível em: < <http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema3/cezar>> Acesso em: 23 julho. 2018.
- CARVALHO, D.; MARTINS, H.; MARTA-ALMEIDA; M., ROCHA, A., BORREGO, C., 2017. Urban resilience to future urban heat waves under a climate change scenario: a case study for Porto urban area (Portugal). **Urban Clim**. 19, 1–27.
- CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J.C. Espaços livres e qualidade de vida urbana. **Paisagem Ambiente Ensaios**, n.11, p. 279-288, 1998.
- COCHRAN, W. G. Sampling techniques. 3. ed. **New York: John Wiley**, 1977.428p.
- COLTRO E. M.; MIRANDA G. M. Levantamento da arborização urbana pública de Irati - PR e sua influência na qualidade de vida de seus habitantes. **Revista Eletrônica**, Belém, v. 2, n.1, p.27-48, 2007.
- CULVENOR, D.S. TIDA: an algorithm for the delineation of tree crowns in high spatial resolution remotely sensed imagery. **Computers & Geosciences**, v.28, n.1, p. 33-44, 2002. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098300400001102>>. doi: 10.1016/S0098-3004(00)00110-2

ESTEVAM, E. A. **Classificação de áreas de favelas a partir de imagens Ikonos : viabilidade de uso de uma abordagem orientada a objetos** . Dissertação (Mestrado em Ciências cartográficas) - Universidade Estadual paulista (UNESP), Presidente Prudente, SP. 2006.

European Commission (EC), 2015. Towards an EU Research and Innovation Policy Agenda for Nature-based Solutions & Re-naturing Cities. Final Report of the Horizon 2020 Expert Group on 'Nature-based Solutions and Re-naturing Cities'. **Office of the European Union**, Luxembourg ISBN 978-92-79-46051-7.

European Environment Agency (EEA), 2011. Green infrastructure and Territorial Cohesion: the Concept of green Infrastructure and its Integration into Policies Using Monitoring Systems. **Office of the European Union**, Luxembourg ISBN 978-92-9213-242-2.

GAUER, D. A.; MANTOVANI, N. C; SUZANA, C. S. Compatibilidade da arborização urbana no bairro centro no município de Chapada-RS. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RS E 2º SEMINÁRIO MERCOSUL DA CADEIA MADEIRA, n.11, 2012, Nova Prata-RS. **Anais...** Nova Prata-RS, 2012.

GOHARA, A.A.; PAZOTI, M.A.; SILVA, F.A.; PEREIRA, D.R.; ARTERO, A.O.; PITERI, M.A. Utilização de dados laser e imagens aéreas para a extração de vias urbanas. **Colloquium Exactarum**, v.7, p.17-36, 2015. Disponível em: <<http://revistas.unoeste.br/revistas/ojs/index.php/ce/article/download/1422/1455>> doi: 10.5747/ce.2015.v 07.n 2.e 114

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Banco de dados, 2017. Disponível em: <<http://ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

KURIHARA, D. L.; IMAÑA-ENCINAS, J.; de PAULA, J. E. Levantamento da arborização do campus da Universidade de Brasília. **Cerne**, Lavras, v.11, n.2, p.127-136, 2005.

KUX, H. J. H.; NOVACK, T.; FONSECA, L. M. G. Mapeamento de favelas usando classificação orientada a objeto – estudo de caso em Paraisópolis, São Paulo (SP). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14. (SBSR), 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 715-721. DVD, On-line. ISBN 978-85-17-00044-7. (INPE-15910-PRE/10520). Disponível em: Acesso em: 23 julho. 2018.

MENEGHETTI, G.I.P. **Estudo de dois métodos de amostragem para inventário da arborização de ruas dos bairros da orla marítima do município de Santos, SP**. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba - SP, 2003.

MILLER, R. W. Urban Forestry – Planning and Managing Urban Greenspaces. Library of Congress, Second Edition. **Proceedings...**1998, 502p.

MIRANDA, G. P.; FREITAS, M. F.; PASQUALETTO, A.; SANTOS, O. R.; ROSA, I. M. C. R. Diagnóstico da arborização urbana de Goianira-GO. In: III CONGRESSO

BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2012. Goiânia-GO. **Anais...** Goiânia, GO, IBEAS; 2012.

Natural Capital Committee. (2015). The state of natural capital. Protecting and improving Natural Capital for prosperity and wellbeing. London: Author Rowntree, R. A., & Nowak, D. J. (1991). Quantifying the role of urban forests in removing atmospheric carbon dioxide. **Journal of Arboriculture**, 17(10), 269–275.

NETO, E.M.L.; BIONDI, D. The design of sample units for inventory of urban afforestation in Curitiba city, Paraná state, Brazil. Sociedade Brasileira de arborização urbana, v.7, n.4, p.107-117, 2012. Disponível em: <http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos_cientificos/artigo220-publicacao_ingles.pdf>

NUCCI, J. C. Qualidade ambiental & adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP). São Paulo: Humanitas/FFLCH/USP, 2001. 235 p.

OH, J.; LEE, C. Automated bias-compensation of rational polynomial coefficients of high resolution satellite imagery based on topographic maps. **Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**. v.100, p.14-22, 2015. Doi:10.1016/j.isprsjprs.2014.02.009

OLIVEIRA, C.H. **Planejamento ambiental na cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnósticos e propostas**. . Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, Carlos, 1996.

PIVETTA, K. F. L.; SILVA FILHO, D. F. Boletim Acadêmico: Arborização urbana. Jaboticabal: UNESP/FCAV/FUNEP, 2002. 74p.

RACHID, C.; COUTO, H.T.Z. do. Estudo da eficiência de dois métodos de amostragem de árvores de rua na cidade de São Carlos – SP. **Scientia Florestaris**, n.56, p. 56-68, 1999.

RAFAEL, S.; MARTINS, H.; MARTA-ALMEIDA, M.; COELHO, S.; ROCHA, A.; BORREGO, C.; LOPES, M. Quantification and mapping of urban fluxes under climate change: application of WRF-SUEWS model to Greater Porto area (Portugal). **Environ. Res.** 155, 321–334.

SCHALLENBERGER, L. S.; MACHADO, G. de O. Inventário da arborização na região central do município de Mangueirinha – PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 8, n. 1, p. 54-64, 2013. Disponível em:<http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos_cientificos/artigo233-publicacao.pdf>. Acesso em: 22 agos. 2018.

SILVA, A. G.; PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. Avaliando a arborização urbana. Viçosa-MG: **Aprenda Fácil**, 2007. 346p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ARBORIZAÇÃO URBANA – **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba – SP “Carta a Londrina e Ibiporã”. Boletim Informativo, v.3, n.5, p.3, 1996.

SOUZA, I. M. **Análise do espaço intra-urbano para estimativa populacional intercensitária utilizando dados orbitais de alta resolução espacial**. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Universidade do Vale do Paraíba - UNIVAP, São José dos Campos. 2003. Disponível em: <http://urlib.net/sid.inpe.br/jeferson/2004/12.24.09.50> . Acesso em: 23 julho. 2018.

SOUZA, I. M.; ALVES, C. D.; ALMEIDA, C. M.; PINHO, C. M. D. Caracterização socioeconômica do espaço residencial construído utilizando imagens de alta resolução espacial e análise orientada a objeto. *Geografia* - v. 16, n. 1, p. 119-142, jan./jun. 2007 – Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Geociências.

STRANGHETTI, V.; SILVA, Z. A. V. Diagnóstico da arborização das vias públicas do município de Uchôa-SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba – SP, v.5, n.2, p.124-138, 2010.

TIGGES, J.; LAKES, T.; HOSTERT, P. Urban vegetation classification: Benefits of multitemporal RapidEye satellite data. **Remote sensing of environment**, v.136, p. 66-75, 2013. doi: 10.1016/j.rse.2013.05.001

VASCONCELLOS, B. N. S.; GAIAD, N. P.; ANATAR, J. N.; CORTE, A. P. D.; SANQUETTA, C. R. Uso de imagens orbitais de alta resolução espacial para amostragem da arborização urbana no município de Santa Maria – RS. **Enciclopédia Biosfera**, v. 13, n. 23, p.1336-1346, 24 jun. 2016. Centro Científico Conhecer. http://dx.doi.org/10.18677/enciclopedia_biosfera_2016_118.