

**CAROLINA HADDAD SOUZA DIAS VIEIRA**

**ESTUDO DA DINÂMICA DE COBERTURA VEGETAL DE  
CURITIBA-PR COM USO DE IMAGENS DIGITAIS**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Florestal, Área de Concentração Conservação da Natureza, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Daniela Biondi  
Co-Orientador: Prof. Dr. Jorge Centeno

**CURITIBA**

**2006**

Aos meus pais,  
**José Anilton e Fátima,**  
exemplos de vida e porto seguro.  
A quem devo tudo,

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Paraná e ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, pela estrutura e pelo alto padrão de ensino proporcionado.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

À Professora Daniela, que foi orientadora, mestre, exemplo de vida e de profissionalismo. Pela dedicação, comprometimento e amizade; pelos conhecimentos e experiência oferecidos.

Ao Professor Jorge Centeno, meu co-orientador, pela dedicação e imprescindível orientação na área do Sensoriamento Remoto.

À Professora Christel Lingnau, pela convivência e amizade; pela atenção, auxílio e conhecimento transmitido.

Aos professores Letícia Hardt, Hideo Araki e Antônio Carlos Batista, pela participação na banca avaliadora.

Ao Laboratório de Sensoriamento Remoto do Departamento de Geomática.

Ao Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Ciências Florestais.

Aos professores, pelo conhecimento transmitido.

Ao Professor Nucci, do Departamento de Geografia, pela atenção e pelo fornecimento de informações importantes.

Aos Professores Batista e Zé Renato, pela atenção, convivência e apoio.

Ao Professor Paulo Ernani, com seu contagiante amor pelas árvores, pelo exemplo e incentivo.

Ao Professor James Griffith, da Universidade Federal de Viçosa, pelo incentivo e confiança.

Aos funcionários do Departamento de Ciências Florestais e da Universidade Federal do Paraná.

Ao Departamento de Parques e Praças da Prefeitura Municipal de Curitiba, pelo fornecimento de informações e material bibliográfico.

A Deus, que é maior que tudo, pelo apoio e fortaleza. Por tudo, enfim.

Aos meus pais, que se fizeram presentes apesar da distância, pelo amor incondicional, sabedoria e apoio em todos os momentos. Pela compreensão,

carinho e dedicação. Pela vida e pelos princípios de honra, família e retidão de caráter.

Ao Cristiano, pelo amor e apoio em todos os momentos; pelo incentivo e companheirismo; e pela compreensão e conforto nos momentos difíceis.

Aos meus irmãos Christina, Gustavo e Larissa, meus cunhados Paulo, Paola e Raphael, e meus sobrinhos Isabela, Vinícius e Fabrício. Pelo amor, carinho, confiança e incentivo.

Aos meus avós Hilton, Anna, José Wenceslau e Stella, com profundo amor e respeito, pela base da minha formação moral, e por tudo que significam.

A Luís Carlos e Sonia Maia, pela acolhida e amizade.

Às amigas Maísa, Lisâneas e Lorena, colegas de Laboratório, pela amizade e fundamental ajuda no uso do ArqGis.

À professora Selma e aos amigos Mosar, Claudionor, Juliana Moulin e Juliana Dias, pela amizade e auxílio durante o processamento das imagens.

Ao amigo Marcos Giongo, pela atenciosa ajuda.

A todos os amigos e colegas que se fizeram presentes, pelo carinho e amizade.

**A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho. Muito Obrigada!**

## SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....	viii
RESUMO .....	xi
ABSTRACT .....	xii
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVOS .....	4
1.1.1 Geral .....	4
1.1.2 Específicos .....	4
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>5</b>
2.1 URBANIZAÇÃO .....	5
2.1.1 Urbanização Brasileira .....	7
2.2 A QUESTÃO AMBIENTAL NO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO .....	10
2.3 ARBORIZAÇÃO URBANA E ÁREAS VERDES .....	11
2.3.1 Definições e Conceitos .....	11
2.3.2 Breve Histórico .....	14
2.3.3 Eficiência e Distribuição das Áreas Verdes .....	18
2.3.4 Importância e Benefícios da Arborização Urbana .....	20
2.4 GEOPROCESSAMENTO COMO APOIO AO MONITORAMENTO DO MEIO AMBIENTE .....	24
2.4.1 Sensoriamento Remoto .....	25
2.4.1.1 Sistemas Sensores .....	25
2.4.1.1.1 Landsat .....	27
2.4.1.1.2 CBERS .....	28
2.4.1.2 Correção Geométrica de Imagens .....	29

2.4.1.3 Classificação Digital de Imagens .....	30
2.4.1.4 Uso de Imagens Digitais para Estudos de Uso do Solo .....	32
2.4.2 Sistema de Informações Geográficas .....	34
2.5 REFERÊNCIAS HISTÓRICAS DO PLANEJAMENTO DE CURITIBA .....	35
2.5.1 Origens da Cidade de Curitiba .....	35
2.5.2 Dos Primeiros Passos até a década de 1970 .....	36
2.5.3 Curitiba da Década de 70 .....	42
2.5.4 Curitiba de 1986 a 2004 (Período Estudado) .....	49
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>55</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO: CURITIBA, PR .....	55
3.2 USO DO SOLO URBANO DE CURITIBA .....	58
3.3 PARQUES, BOSQUES E ÁREAS VERDES DE CURITIBA .....	59
3.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	61
3.4.1 Escolha das Imagens a Serem Utilizadas .....	61
3.4.2 Processamento Digital das Imagens .....	62
3.4.2.1 Recortes e Mosaicagem .....	62
3.4.2.2 Correção Geométrica .....	63
3.4.2.3 Classificação Supervisionada .....	64
3.4.3 Variáveis Analisadas para o Estudo da Dinâmica de Cobertura Vegetal .....	68
3.4.3.1 Conceitos e Terminologias Adotadas na Pesquisa .....	68
3.4.3.2 Análise das Classes pelas Imagens Classificadas .....	69
3.4.3.3 Análise de Parques e Bosques – Distribuição e Criação .....	70
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>71</b>

4.1 EXCLUSÃO DA IMAGEM CBERS.....	71
4.2 CORREÇÃO GEOMÉTRICA .....	72
4.3 CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA .....	74
4.4 ANÁLISE DA COBERTURA VEGETAL POR CLASSES .....	82
4.4.1 Áreas das Regionais Administrativas do Município de Curitiba .....	82
4.4.2 Cenário de 1986 .....	85
4.4.3 Cenário de 2004 .....	97
4.4.4 Análise Multitemporal .....	105
4.4.5 Análise da Criação e Distribuição de Parques e Bosques .....	119
4.4.5.1 Localização e Descrição dos Parques e Bosques .....	119
4.4.5.2 Distribuição dos Parques e Bosques .....	128
4.4.5.3 Distribuição dos Parques e Bosques Relativa à População .....	132
4.4.6 Considerações Gerais .....	135
<b>5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>137</b>
<b>6 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>140</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>146</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Parques e Bosques de Curitiba – 1986 e 2004 .....	60
QUADRO 2 – Amostragens (Classes e Amostras) de Treinamento das Imagens de 2004 e 1986 .....	74
QUADRO 3 – Composições e Chaves de Interpretação Utilizadas no Processo de Amostragem .....	75

### LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Pontos de Verificação da Correção Geométrica da Imagem Landsat 5 TM de 2004 .....	72
TABELA 2 – Pontos de Verificação da Correção Geométrica da Imagem Landsat 5 TM de 1986 .....	73
TABELA 3 – Matriz de Confusão da Amostragem da Imagem de 2004 (Áreas de Treinamento) .....	77
TABELA 4 – Matriz de Confusão da Amostragem da Imagem de 1986 (Áreas de Treinamento) .....	78
TABELA 5 – Matriz de Confusão de Verificação da Imagem de 2004 (Áreas-Teste) .....	79
TABELA 6 – Matriz de Confusão de Verificação da Imagem de 1986 (Áreas-Teste) .....	80
TABELA 7 – Área Municipal Total e por Regionais Administrativas de Curitiba .....	83
TABELA 8 – Áreas das Classes Reagrupadas – 1986.....	88
TABELA 9 – Distribuição das Classes por Regionais Administrativas – 1986 .....	88



TABELA 10 – Distribuição Territorial das Regionais por Classes – 1986.....	92
TABELA 11 – Áreas das Classes Reagrupadas – 2004 .....	97
TABELA 12 – Distribuição das Classes por Regionais Administrativas – 2004 .....	100
TABELA 13 – Distribuição Territorial das Regionais por Classes – 2004 .....	103
TABELA 14 – Evolução da Classe “Urbano” por Regionais .....	107
TABELA 15 – Evolução 1986-2004 da Distribuição de Classes por Regionais .....	112
TABELA 16 – Evolução da “Cobertura Vegetal” por Regionais .....	114
TABELA 17 – Criação e Distribuição de Parques e Bosques por Regionais .....	128
TABELA 18 – Dados Populacionais Associados à Classificação e aos Parques e Bosques – 2004 .....	132

## **LISTA DE FIGURAS**

FIGURA 1 – Localização do Município de Curitiba .....	55
FIGURA 2 – Imagens Landsat TM de 1986 e 2004 Corrigidas .....	73
FIGURA 3 – Classificação das Imagens de 1986 e 2004 .....	80
FIGURA 4 – Distribuição das Regionais no Território Municipal .....	83
FIGURA 5 – Mapa de Regionais Administrativas do Município de Curitiba .....	84
FIGURA 6 – Mapa de Classificação da Imagem de 1986 .....	86
FIGURA 7 – Mapa de Classificação de 1986 – Classes Reagrupadas .....	87
FIGURA 8 – Distribuição de “Cobertura Vegetal” por Regionais – 1986 .....	89
FIGURA 9 – Mapa de Cobertura Vegetal de Curitiba em 1986 .....	90
FIGURA 10 – Distribuição da Classe “Urbano” por Regionais – 1986.....	91

FIGURA 11 – Mapa de Classificação da Imagem de 2004 .....	98
FIGURA 12 – Mapa de Classificação de 2004 – Classes Reagrupadas .....	99
FIGURA 13 – Distribuição de “Cobertura Vegetal” por Regionais – 2004 .....	101
FIGURA 14 – Mapa de Cobertura Vegetal de Curitiba em 2004 .....	102
FIGURA 15 – Distribuição da Classe “Urbano” por Regionais – 2004 .....	104
FIGURA 16 – Distribuição Territorial do Município por Classes .....	105
FIGURA 17 – Evolução da Classe “Urbano” por Regionais .....	110
FIGURA 18 – Evolução da “Cobertura Vegetal” por Regionais .....	115
FIGURA 19 – Mapa de Hidrografia de Curitiba .....	118
FIGURA 20 – Mapa de Localização dos Parques e Bosques de Curitiba .....	120

## RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi fazer um estudo da dinâmica da paisagem urbana por meio da análise da cobertura vegetal do município de Curitiba – PR, com o uso de imagens digitais de satélite. O estudo se mostra procedente ao focar o aspecto multitemporal da distribuição de cobertura vegetal no solo urbano, com informações que podem ser úteis ao sistema de planejamento de áreas verdes urbanas. Pode ainda ser útil ao direcionamento da cidade e à indicação ou tendência da evolução temporal da cobertura vegetal, no contexto da dinâmica do crescimento urbano. Aspecto este que, em função da acelerada urbanização da população brasileira – e mesmo mundial – tende a ser de grande importância ao planejamento ambientalmente sustentável das cidades e, principalmente, das metrópoles atuais. Foram utilizadas duas imagens Landsat TM, sendo uma de 2004 e outra de 1986, que foram corrigidas, classificadas e processadas, a fim de se obter o mapa de cobertura vegetal das duas datas. A partir desses mapas, foram avaliados os cenários das duas datas, bem como a evolução temporal. Também foi avaliada a distribuição de área urbana e, em menor aprofundamento, dos corpos hídricos e solo exposto. No período estudado houve diminuição da cobertura vegetal e aumento da área urbana. Este fenômeno aconteceu em todas as regionais administrativas, sendo que a heterogeneidade da distribuição da cobertura vegetal aumentou, enquanto a da área urbana diminuiu. A cobertura vegetal diminuiu principalmente nas regionais em que houve maior crescimento urbano, o que sugere a substituição de cobertura vegetal por área urbana. Houve uma descentralização do crescimento urbano, que se expandiu para as áreas mais periféricas do município, onde a ocupação urbana era menos densa. A regional que apresentou maior diminuição de cobertura vegetal foi a Pinheirinho, na parte sul da cidade, e a regional que apresentou maior crescimento urbano foi a Cajuru, na parte leste. A regional Matriz apresentou a menor diminuição de cobertura vegetal e o menor crescimento urbano.

Palavras-Chave: Áreas Verdes, Arborização Urbana, Planejamento Urbano e Paisagístico, Sensoriamento Remoto.

## ABSTRACT

This essay studies the dynamics of urban landscape, through the analysis of the vegetable covering in Curitiba - PR, using digital images. The study focuses the multitemporal aspect of the vegetable covering distribution, information that may be useful in the planning of green areas. It could also be useful to the urban directioning and to the indication or tendency of the vegetable covering evolution in the context of urban growth dynamics. This aspect, due to the accelerated urbanization of brazilian population, even world's population, tends to be very important to the environmental planning of the cities and, mainly, of the current metropolises. It was used two images Landsat TM, one from 2004 and another from 1986, that were corrected, classified and processed, in order to obtain the vegetable covering map for both two dates. With those maps, the sceneries of both two dates were evaluated, as well as the temporary evolution. The distribution of urban areas was also evaluated and, less deeply, the water bodies and exposed soil. In the studied period there was a decrease of the vegetable covering and a increase of the urban area. This phenomenon happened in all the regional administrations, and the heterogeneity of the vegetable covering distribution increased, while the urban area distribution decreased. The vegetable covering decreased mainly in the regional administrations where there was larger urban growth, what suggests the substitution of vegetable covering for urban area. There was a decentralization of the urban growth, that expanded to the municipal outlying areas, where the urban occupation was less dense. The regional administration that presented the largest decrease of vegetable covering was Pinheirinho, in the south part of the city, and the one that presented the largest urban growth was Cajuru, in the east. The regional administration Matriz presented the smallest decrease of vegetable covering and the smallest urban growth.

Keywords: Green areas, Urban Forests, Urban and Landscape Planning, Remote Sensing.