

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ESTUDO DA EXPANSÃO URBANA COMO SUBSIDIO A
ANÁLISE AMBIENTAL APLICADO A CIDADE DE PATO
BRANCO – PR**

Dissertação de Mestrado

WILFRIED SCHWARZ

FLORIANÓPOLIS/SC

2001

**ESTUDO DA EXPANSÃO URBANA COMO SUBSIDIO A
ANÁLISE AMBIENTAL APLICADO A CIDADE DE PATO
BRANCO – PR**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ESTUDO DA EXPANSÃO URBANA COMO SUBSIDIO A
ANÁLISE AMBIENTAL APLICADO A CIDADE DE PATO
BRANCO – PR**

WILFRIED SCHWARZ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, sob orientação da Prof^a. Dr.^a. Ana Maria Benciveni Franzoni.

FLORIANÓPOLIS/SC

2001

WILFRIED SCHWARZ

**ESTUDO DA EXPANSÃO URBANA COMO SUBSÍDIO À
ANÁLISE AMBIENTAL APLICADO A CIDADE DE PATO
BRANCO – PR**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia de Produção no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção** da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 03 de junho 2002.

Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.
Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA

Profa. Ana Maria Benciveni Franzoni, Dr^a .
Orientadora

Profa. Edis Mafra Lapolli, Dr^a .

Profa. Lia Caetano Bastos, Dr^a .

Profa. Liane da Silva Bueno, Dr^a .

DEDICATÓRIA

Nas palavras de José Pastore e de Archibald O Haller, a possibilidade de subir na estrutura social tem sido considerado como um importante redutor de tensões sociais.

Esta oportunidade, no Brasil, origina a mobilidade circular e o aumento da área urbana para receber estes grupos em ascensão social nos centros industriais e de serviços, levados pela educação formal e pela competição no mercado de trabalho.

Este estudo é dedicado a este crescimento social dos indivíduos que exige dos gestores públicos a revisão das dimensões urbanas e de seu ambiente, a fim de integrar o homem urbano a um ambiente condizente com as necessidades físicas, psicológicas e sociais, sem esquecer que o provedor deste ambiente é a natureza.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela bondade e amor desmedidos.

À minha esposa, Maria Aparecida Schwarz, pelo carinho e compreensão dedicados a mim, incondicionalmente.

Aos meus filhos Wilfried Filho, Cristian e Athos Francisco, por compreenderem a minha dedicação a este estudo.

À minha orientadora, Prof^a . Dr.^a . Ana Maria Benciveni Franzoni, pelo estímulo a este tema.

A todos os meus professores e colegas das aulas de mestrado, que muito contribuíram com conhecimento.

Aos meus colegas de viagem e aula, Antonio César Soares e Gilvan Arthur de Carvalho, pela somatória de esforço.

“Mas sobre todas as invenções estupendas, que eminência de mente foi aquela de quem imaginou encontrar o modo de comunicar seus próprios pensamentos mais recônditos a qualquer outra pessoa, mesmo que distante por enorme intervalo de lugar e de tempo? Falar com aqueles que estão na Índia, falar com aqueles que ainda não nasceram e só nascerão dentro de mil ou 10 mil anos? E com que facilidade? Com as várias junções de vinte pequenos caracteres num pedaço de papel. Seja este o segredo de todas as admiráveis invenções humanas”.

(GALILEU GALILEI. In: Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo)

SUMÁRIO

	Lista de Figuras.....	p. x
	Lista de Quadros.....	p. xiii
	Lista de Tabelas.....	p. xiv
	Lista de Reduções	p. xv
	Resumo.....	p. xviii
	Abstract.....	p. xix
1	INTRODUÇÃO.....	p. 1
1.1	Origem do Trabalho.....	p. 1
1.2	Delimitação do Problema.....	p. 2
1.3	Objetivos do Trabalho.....	p. 2
1.3.1	Objetivo geral.....	p. 2
1.3.2	Objetivos específicos.....	p. 3
1.4	Justificativa e Importância do Trabalho.....	p. 3
1.5	Estrutura do trabalho	p. 4
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	p. 6
2.1	Planejamento Urbano.....	p. 6
2.1.1	Planejamento Estratégico de cidades.....	p. 6
2.1.2	O planejamento e desenvolvimento urbano no Brasil.....	p. 11
2.2	Monitoramento Ambiental.....	p. 17
2.3	Análise Ambiental.....	p. 18
2.4	Sensoriamento Remoto.....	p. 24

2.4.1	O programa SPOT.....	p. 34
2.4.2	Sensoriamento Remoto Aplicado ao Estudo do Solo Urbano.....	p. 39
2.5	SIG – Sistema de Informação Geográfica	p. 40
2.5.1	Conceitos e definições.....	p. 44
2.5.2	Princípios e componentes de um SIG.....	p. 45
2.5.3	Os principais Softwares de geoprocessamento que existem no mercado.....	p. 47
3	ÁREA DE ESTUDO.....	p. 49
3.1	Introdução.....	p. 49
3.2	Localização da Área de Estudo.....	p. 49
3.3	Sítio Natural e Meio Ambiente.....	p. 51
3.4	Evolução Histórica de Pato Branco/PR.....	p. 57
3.5	Origem do Município de Pato Branco/PR.....	p. 63
3.6	O Crescimento Urbano de Pato Branco/PR.....	p. 67
3.7	O Planejamento Urbano em Pato Branco/PR.....	p. 69
4	METODOLOGIA UTILIZADA.....	p. 72
4.1	Introdução.....	p. 72
4.2	Material.....	p. 72
4.2.1	Fotografias aéreas.....	p. 72
4.2.2	Imagem de satélite.....	p. 73
4.2.3	Documentos Cartográficos Utilizados.....	p. 74

4.2.4	Equipamentos Envolvidos	p. 75
4.3	Metodologia Adotada	p. 75
4.3.1	Reconhecimento de campo.....	p. 76
4.3.2	Aquisição e seleção dos materiais.....	p. 81
4.3.3	Geração do mapa-base.....	p. 81
4.3.4	Interpretação da imagem de satélite e das fotografias aéreas.....	p. 82
4.3.4.1	Definição das classes temáticas.....	p. 83
4.3.5	Transferência das imagens.....	p. 83
4.3.6	Registro das fotografias aéreas e imagem orbital imagens.....	p. 84
4.3.7	Realce de contrastes nas imagens	p. 87
4.3.8	Definição das classes da fotointerpretação.....	p. 88
4.3.9	Transparência das imagens orbitais para o mapa-base....	p. 88
4.3.10	Geração dos mapas Temáticos.....	p. 89
4.3.11	Cálculo das áreas das Temáticas.....	p. 90
4.3.12	Análise do processo das alterações ocorridas na área de estudo	p. 91
5	RESULTADOS	p. 92
5.1	Análise	p. 92
5.1.1	Considerações Iniciais	p. 92
5.2	A Interpretação Visual de Fotografias Aéreas	p. 95

5.2.1	A Interpretação visual da imagem LANDSAT-TM	p. 101
5.3	Representação das alterações ocorridas nas áreas	p. 105
	CONCLUSÃO	p. 111
	Considerações Gerais	p. 113
	Algumas recomendações	p. 115
	FONTES BIBLIOGRÁFICAS	p. 116
	ANEXOS	p.120

Lista de Figuras

Figura 1:	População Urbana Brasileira.....	p. 13
Figura 2:	Tarefas que podem ser executadas por um SIG.....	p. 47
Figura 3:	Localização da área de estudo no Estado e no Município	p. 50
Figura 4:	Localização da área de estudo destacando o Município	p. 51
Figura 5:	Figura 5: Carta dos Recursos Hídricos do Sudoeste do Paraná	p. 52
Figura 6:	Carta do Relevo do Sudoeste do Paraná	p. 53
Figura 7:	Carta Climática do Sudoeste do Paraná	p. 54
Figura 8:	Carta de Temperaturas do Sudoeste do Paraná	p. 55
Figura 9:	Carta de Precipitação Anual do Sudoeste do Paraná	p. 56
Figura 10:	Carta de Vegetação Sudoeste do Paraná	p. 57
Figura 11:	Primeiro perímetro urbano previsto no período da colonização da região	p. 61
Figura 12:	Distribuição da população de Pato Branco/PR, urbana e rural de 1950 a 2000	p. 65
Figura 13:	Fluxograma de Trabalho	p. 77
Figura 14:	Vista parcial do centro da cidade com maior concentração de edificações	p. 78
Figura 15:	Bairro São João, situado em fundo de vale na periferia da cidade, cercado por áreas agropastoris. Com alta concentração de residências por população de baixíssima renda, possui pouca infraestrutura urbana	p. 78

- Figura 16: Área urbanizada com ocupação mista de Agroindústria, Comércio, Serviços, residências, chácaras, bosques e lotes p. 79
- Figura 17: Vista parcial de uma área com baixo índice de ocupação ou de expansão urbana, separada por uma área de vegetação nativa de fundo de vale, de uma área densamente ocupada por conjunto habitacional (popular) com residências unifamiliares. Ao fundo destaca-se a movimentação de solo para o nivelamento de terreno em um parque industrial em formação p. 79
- Figura 18: Paisagem de entorno da cidade, onde se alternam as reentrâncias de áreas de ocupação urbana densa e de uso agropastoril e remanescentes florestais. Todos bem definidos neste setor p. 80
- Figura 19: Área periférica de expansão urbana, com baixo índice de ocupação, vizinhando com áreas de pastagem (campo limpo e sujo) e, remanescentes florestais p. 80
- Figura 20: Resultado da Interpretação das fotografias aéreas de 1953 p. 97
- Figura 21: Resultado da Interpretação das fotografias aéreas de 1963 p. 98
- Figura 22: Resultado da Interpretação das fotografias aéreas de 1976 p. 99

Figura 23: Resultado da Interpretação das fotografias aéreas de 1980	p. 100
Figura 24: Resultado da Interpretação das fotografias aéreas de 1996	p. 101
Figura 25: Resultado da Interpretação composição colorida da imagem LANDSAT TM/5 de 2000 (Perímetro Urbano Oficial)	p. 103
Figura 26: Resultado da análise das fotografias de 53, 63, 76, 80, 96 e imagem de 2000	p. 104
Figura 27: Gráfico do Crescimento Urbano de Pato Branco 1953 – 2000	p. 106
Figura 28: Gráfico do Crescimento Urbano de Pato Branco 1953 – 2000	p. 107
Figura 29: Distribuição da população de Pato Branco, urbana e rural de 1950 a 2000	p. 108

Lista de Quadros

Quadro 1: Plano Estratégico *versus* Plano Diretor..... p. 8

Lista de Tabelas

Tabela 1:	Evolução histórica da população e a urbanização no Brasil	p.13
Tabela 2:	Satélites da série <i>LANDSAT</i>	p. 27
Tabela 3:	Características dos sensores a bordo dos satélites da série <i>LANDSAT</i>	p. 30
Tabela 4:	Principais aplicações potenciais das bandas TM do <i>LANDSAT</i>	p. 32
Tabela 5:	Características das Imagens do Sensor HRV a bordo dos Satélites SPOT.....	p. 36
Tabela 6:	Resumo da evolução da tecnologia de SIG.....	p. 42
Tabela 7:	Os <i>Softwares</i> mais utilizados no Brasil em 2000.....	p. 48
Tabela 8:	Áreas da cidade de Pato Branco de 1953 a 2000 em Km2	p. 107

Lista de Reduções

a.C	Antes de Cristo
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
MMA	Ministério do Meio Ambiente
CDs	Compact Disc
LANDSAT	<i>Land Satellite</i>
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
SPOT	<i>Système Probatoire d'Observation de la Terre</i>
<i>ERTS-1</i>	<i>Earth Resources Technology Satellite 1</i>
MSS	<i>Multispectral Scanner Subsystem</i>
RBV	<i>Return Beam Vidicon</i>
TM	<i>Thematic Mapper</i>
ETM+	<i>Enhanced Thematic Mapper Plus</i>
Si	Detectores de silício
INSB	Detectores de antimoneto de Índio
CNES	Centro Nacional de Estudos Espaciais
XS	Multiespectral
PAN	Pancromático
CCT	Fitas compatíveis com computador
HRV	<i>Haute Résolutio Visible</i>
SIG	Sistema de Informação Geográfica

EUA	Estados Unidos Americanos
WWW	Multi-servidores
CNAE	Comissão Nacional de Pesquisas Espaciais
CNPQ	Conselho Nacional de Pesquisa
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
NASA	National Aeronautics and Space Administration
SITIM-110	Sistema Interativo de Tratamento de Imagens
SRF	Sistema Raster Fotografia
UNESP	Universidade de São Paulo
UF	Universidade Federal
RJ	Rio de Janeiro
SP	São Paulo
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
SIR	Sistema de Informação de Recursos Naturais
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (Convênio de cooperação técnica Brasil-Alemanha)
PR	Paraná
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
S.A.	Sociedade Anônima
CD-R	Carta Imagem de Satélite
SUREHMA	Superintendência de Recursos Hídricos e Meio Ambiente
SANEPAR	Serviços de Água e Saneamento do Paraná

COPEL	Companhia Paranaense de Energia Elétrica
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
SUDERHSA	Superintendência Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (PR)
SEMA	Secretaria de Estado do Meio Ambiente (PR)
ITCF	Instituto de Terras Cartografia e Florestas

Resumo

SCHWARZ, Wilfried. ESTUDO DA EXPANSÃO URBANA COMO SUBSIDIO À ANÁLISE AMBIENTAL APLICADO A CIDADE DE PATO BRANCO – PR.

Este estudo buscou a identificação da evolução espacial e temporal do sítio urbano, através da sua expansão territorial horizontal, do município de Pato Branco/PR, problematizando: É possível que o estudo da expansão urbana do centro do município de Pato Branco, como subsidio a análise ambiental, venha a auxiliar e orientar o planejamento de ações de melhoria no trato das questões relativas às condições ambientais e de vida da população? Os objetivos para o estudo são: 1) Estudar a expansão urbana do centro do município de Pato Branco, como subsidio a análise ambiental, auxiliando e orientando o planejamento de ações de melhoria no trato das questões relativas às condições ambientais e de vida da população, subsidiando o crescimento de forma responsável, equilibrado e consciente do habitat urbano; 2) Pesquisar a origem, fundação e evolução espacial da área de estudo, no contexto histórico e geográfico; 3) Descrever o Sítio Natural e Meio Ambiente em seus aspectos, geomorfológicos, geológicos, pedológico, climáticos, hidrográficos e de vegetação; 4) Aplicar técnicas de Sensoriamento Remoto no estudo da expansão urbana da área; 5) Verificar através de uma análise temporal de que forma se deu o Crescimento Urbano. A metodologia utilizou-se de fotografias aéreas, imagens orbitais de satélite, mapas, bibliografias e documentos. Os resultados com referência à expansão urbana, demonstram como ocorreu a ocupação do povoamento, o parcelamento do solo, desde o período de 1952 até a época atual.

Abstract

SCHWARZ, Wilfried. STUDY OF THE URBAN EXPANSION AS I SUBSIDIZE TO THE APPLIED ENVIRONMENTAL ANALYSIS THE CITY OF PATO BRANCO - PR. This study looked for the identification of the space and temporary evolution of the urban ranch, through his/her horizontal territorial expansion, of the municipal district of Pato Branco/PR, problematizing: Is it possible what the study of the urban expansion of the center of the municipal district of White Duck, as I subsidize the environmental analysis, come to aid and to guide the planning of improvement actions in the treatment of the relative subjects to the environmental conditions and of life of the population? The objectives for the healthy study: 1) to study the urban expansion of the center of the municipal district of White Duck, as I subsidize the environmental analysis, aiding and guiding the planning of improvement actions in the treatment of the relative subjects to the environmental conditions and of life of the population, subsidizing the growth in way responsible, balanced and conscious of the urban habitat; 2) to research the origin, foundation and space evolution of the study area, in the historical and geographical context; 3) to describe the Natural Ranch and Environment in their aspects, geomorfológicos, geological, pedologic, climatic, hidrográficos and of vegetation; 4) to apply techniques of Remote Sensoriamento in the study of the urban expansion of the area; 5) to verify through a temporary analysis that it forms if he/she gave the Urban Growth. The methodology was used of aerial pictures, orbital images of satellite, maps, bibliographies and documents. The results with reference to the urban expansion, demonstrate how it happened the occupation of the settlement, the parcelamento of the soil, from the period of 1952 to the current time.

Ficha Catalográfica

SCHWARZ, Wilfried.

Estudo da expansão urbana como subsidio a análise ambiental aplicado a cidade de Pato Branco – PR. Florianópolis, SC – UFCS, Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2001.

XIII 141 p.

Dissertação: Mestrado em Engenharia de Produção

Orientadora: Dr^a .Ana Maria Benciveni Franzoni

1.Expansão urbana. 2.Condições ambientais. 3.Evolução espacial.
4.Sensoriamento Remoto.

I. Universidade Federal de Santa Catarina

II. Estudo da expansão urbana como subsidio a análise ambiental aplicado a cidade de Pato Branco – PR

1 INTRODUÇÃO

1.1 Origem do Trabalho

O estudo do tema prende-se à necessidade de identificação da evolução espacial e temporal do sítio urbano, e que, através de uma demonstração com fundamentação histórica, permita a identificação da origem dos problemas contemporâneos, seja por falta de planejamento, por ausência de regulamentação, com a moldagem e modificação de ambos, guiados por aspectos de interesses particulares a cada época específica, ou ainda, pelo atendimento à pressão exercida por forças diversas como a explosão demográfica e o êxodo rural ao mesmo tempo, e estas associadas à falta de conhecimento da necessidade do planejamento urbano.

Por consequência, coloca-se em disponibilidade um referencial da dinâmica do processo constituído, servindo para subsídio à análise ambiental da demanda de projetos propostos para implantação nesta cidade; como indicativos à melhoria da qualidade de vida de seus habitantes; ao direcionamento da cidade para o aproveitamento de suas potenciais oportunidades de crescimento e à melhoria contínua de sua natureza instalada, assim como, das condições naturais do meio ambiente em que está inserida.

1.2 Delimitação do Problema

Para que, no estudo do tema, haja a identificação da evolução espacial e temporal do sítio urbano de modo que a confecção e implantação de futuros projetos urbanos sejam condizentes com a qualidade de vida e dirigidos ao aproveitamento de fatores potenciais, é que se formula o problema-chave deste projeto de estudo proposto: É possível que o estudo da expansão urbana do centro do município de Pato Branco, como subsídio à análise ambiental, venha a auxiliar e orientar o planejamento de ações de melhoria no trato das questões relativas às condições ambientais e de vida da população?

1.3 Objetivos do Trabalho

1.3.1 Objetivo geral

Estudar a expansão urbana do centro do município de Pato Branco, como subsídio à análise ambiental, auxiliando e orientando o planejamento de ações, buscando-se a melhoria no trato das questões relativas às condições ambientais e de vida da população.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Pesquisar a origem, fundação e evolução espacial da área de estudo, no contexto histórico e geográfico;
2. Descrever o sítio natural e meio ambiente em seus aspectos, geomorfológicos, geológicos, pedológico, climáticos, hidrográficos e de vegetação;
3. Aplicar técnicas de sensoriamento remoto no estudo da expansão urbana da área de estudo;
4. Verificar através de uma análise temporal de que forma se deu o crescimento urbano do município de Pato Branco.

1.4 Justificativa e Importância do Trabalho

Pato Branco está por completar meio século de existência. Criado no início da década de 50 (Lei Estadual 790 de 30/10/51), instalado em 14 de dezembro de 1952.

A partir desse período, apresentou grande crescimento demográfico seguido pelo urbano, principalmente nas décadas de 60 e 70 com a consolidação da agricultura comercial na região, gerando desemprego e êxodo rural, também acompanhado e seguido pelo crescimento vegetativo, na década de 80, pela melhoria das condições sanitárias e da medicina.

Esse crescimento urbano, resumido em poucas décadas, se deve ao acolhimento do grande contingente de pessoas deslocando-se do meio rural tanto do município como de toda a região.

A ausência de uma infra-estrutura urbana necessariamente adequada ao recebimento desse contingente de pessoas, bem como, o não planejamento do uso e ocupação do solo, que só veio a se consolidar (formalmente) em 1990 com o zoneamento de uso e ocupação do solo do perímetro urbano da sede do município de Pato Branco, permitiram a espontânea evolução ao quadro atual.

Esta cidade apresenta-se como centro regional do comércio e de prestação de serviços, o que reafirma a idéia de que existe a tendência de um crescimento urbano superior a média das outras cidades da região, justificando assim o estudo e a futura avaliação desta área.

Considerando a tendência sob vários aspectos, quanto as reais possibilidades de prosperidade da cidade na região, torna-se mais relevante, a importância do estudo detalhado da expansão da atual estrutura, de forma que se possa compreender a sua essência e facilitar a solução de problemas naturais e inerentes ao processo, reduzindo-se a possibilidade de sacrifícios sobre a qualidade do meio ambiente e da vida de seus habitantes.

1.5 Estrutura do trabalho

Assim, este trabalho será apresentado em partes distintas, iniciando-se por esta introdução, em que se explanam os objetivos do estudo.

Na segunda parte, a fundamentação teórica busca subsidiar o foco do tema, utilizando-se de obras de renomados autores como Cavalheiro, (1995), Barros (1998) Eufrásio (1999), Lopes (1998), Franzoni (1993), Maricato (1993), Pastore (1970), Rodrigues (1998), entre outros.

Na terceira parte, apresenta-se o desenvolvimento do estudo, ou seja, a concretização do primeiro objetivo específico.

A metodologia de trabalho é referendada na quarta parte e, na seqüência, são apresentados os resultados, providos de análise e discussão.

Por fim, apresenta-se a conclusão deste estudo e as considerações sobre dados obtidos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Planejamento Urbano

O planejamento do ambiente urbano pode se desenvolver de duas maneiras: Através do plano Diretor da Cidade e o Planejamento Estratégico de Cidade, sendo que, o segundo, pode vir a ser complementar ao primeiro.

2.1.1 Planejamento Estratégico de cidades

Planejamento Estratégico de Cidades e o Plano Diretor de Cidades: Planejamento Estratégico é originário dos anos 500 a.C, com Sun Tzu, sendo comprovada sua eficiência por conquistas em várias guerras (Alexandre, Aníbal, Julio César e Gengis Khan).

Mas foi a partir da Segunda Guerra Mundial que as ações estratégicas se estenderam a várias áreas de atuação e, com a evolução do conhecimento tecnológico, surgiu, no início do século passado, a idéia de que era de grande valia sua aplicação no uso para o desenvolvimento da sociedade. Migrou, então, da sua utilização em ação militar para uso nas empresas chegando, por fim, ao planejamento público, principalmente no planejamento de cidades, a partir da década de 80.

A sua efetiva utilização segundo LOPES (1998, p.86) difundiu-se pelas principais cidades da América do Norte e Latina, Europa e também foi adotado na Austrália.

“A prática de planejamento estratégico de cidades difundiu-se rapidamente. Nos Estados Unidos, Kemp (1995) cita 116 cidades que já realizaram (...). Isso demonstra que o planejamento estratégico, seja como plano ou processo, tornou-se um instrumento indispensável para pensar o futuro das cidades e direcionando o seu desenvolvimento, dentro do novo espaço de fluxos de um mundo globalizado e de uma sociedade em rápida evolução” LOPES (1998, p.86).

É importante não confundir o Planejamento Estratégico de Cidades com os Planos Diretores Urbanos:

“O Planejamento Estratégico de Cidades é um plano de ação, formulado a partir do consenso de autores públicos e privados, dentro de uma visão ampla dos espaços e da sociedade local e global, definindo projetos tangíveis e intangíveis, cuja implementação se baseia no compromisso de um grande número de atores públicos e privados. Já o Plano Diretor Urbano é um plano de ordenamento urbano, com o objetivo de determinar os usos do solo e os sistemas de integração e comunicação, partindo de normas definidas em um arcabouço legal, geradas por uma visão integral de construção da cidade desejada. O primeiro é um plano de ação, enquanto o seguimento regula a ação nos aspectos territoriais. O importante é que

haja estreita coordenação entre os dois processos para que haja um multiplicados de resultados futuros” (LOPES, 1998, p.94).

O autor apresenta um comparativo no Quadro 1:

Quadro 1: Plano Estratégico *versus* Plano Diretor

PLANO ESTRATÉGICO	PLANO DIRETOR
Plano integral com alguns objetivos de uso do solo.	Ordenação do espaço urbano.
Prioriza projetos, mas não os localiza necessariamente no espaço.	Determina os usos do solo no seu conjunto e localiza com precisão os sistemas gerais e as grandes autuações públicas.
Baseado no consenso e na participação em todas as suas fases.	Responsabilidade da administração pública e participação “a posteriori”.
Utilização de análises qualitativas e de fatores críticos.	Utilização de estudos territoriais e de meios físicos.
Plano de compromissos e acordos entre agentes para a ação imediata ou de curto prazo.	Plano normativo para regulamentar a ação privada futura e possível.
É um plano de ação.	É um plano para regulamentar a ação.

Fonte: Lopes, 1998, p.96.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente/IBAMA (2000, p. 57-63), as estratégias prioritárias preceituadas pela “Agenda 21” e pela “Agenda *Habitat*”, para o planejamento do desenvolvimento sustentável das cidades, são definidas quatro estratégias e são acompanhadas de diretrizes, propostas e ações:

- *Estratégia 1* – Aperfeiçoar a regulamentação do uso e da ocupação do solo urbano e promover o ordenamento do território, contribuindo para a melhoria das condições de vida da população, considerando a promoção da equidade, a eficiência e a qualidade ambiental;

- *Estratégia 2* – Promover o desenvolvimento institucional e o fortalecimento da capacidade de planejamento e de gestão democrática da cidade, incorporando no processo a dimensão ambiental e assegurando a efetiva participação da sociedade;

- *Estratégia 3* – Promover mudanças nos padrões de produção e de consumo da cidade, reduzindo custos e desperdícios e fomentando o desenvolvimento de tecnologias urbanas sustentáveis;

- *Estratégia 4* – Desenvolver e estimular a aplicação de instrumentos econômicos no gerenciamento dos recursos naturais visando à sustentabilidade urbana.

Da produção espontânea à produção planejada do espaço geográfico, segundo Carlos, (1994, p.189):

“O urbano reproduz-se, de forma ‘espontânea’, no livre jogo do mercado, e de outro, ‘planejada’, na medida em que o estado passa a intervir cada vez mais na produção da infra-estrutura ou na criação de leis de zoneamento urbano. Nesse sentido, o planejamento passa a ser uma válvula de escape para diminuir os desequilíbrios ou aliviar tensões como as geradas pelos movimentos sociais, considerado como expressão de uma contradição entre interesses diversos, e, com isso,

possibilitar a reprodução do capital em momentos de crise”.

Segundo BITOUN (1999), a contribuição dos planos estratégicos na gestão municipal se tornaram instrumentos privilegiados de um planejamento urbano indutor ou “flexível”, complementando ou até substituindo instrumentos normativos, tais como os Planos Diretores e Planos Plurianuais, promovidos a partir da Constituição de 1988.

Logo, o autor analisa três planos estratégicos recém-criados da região metropolitana de Recife, manifestando que procurou:

“Identificar nos textos a influência de um ideário global da cidade sustentável veiculado pelo Banco Mundial (*A Strategic View of Urban and Local Government Issues: Implications for the Bank – January 1999 Draft*), onde se destacam os temas da competitividade (*‘competitiveness’*), condições de vida (*‘Livability’*), ‘governança’ (*‘good governance and mangement’*) e ajuste financeiro permitindo o acesso ao crédito (*‘bankability’*). (...) A análise dos textos revela que os Planos Estratégicos podem tanto fortalecer o caráter excludente do planejamento urbano e legitimar uma volta às velhas práticas de intervenção física limitada ao embelezamento de parcela da cidade, como levar à revisão deste planejamento, incorporando temas pouco explorados e agentes ainda pouco mobilizados” (BITOUN, 1999, p.33).

Então, parece ficar mais evidente que, indiferentemente da cidade adotar o Planejamento Estratégico propriamente dito, ou não, esta vem

efetivamente determinados seus passos na cadência imposta pela influência da política internacional, do sistema econômico altamente competitivo e desenfreado, ao qual, certamente, podemos atribuir significativa parcela de responsabilidade da atual estrutura social urbana. Tanto sobre aspectos de grandes méritos, como também e, principalmente, dos seus megaproblemas.

2.1.2 O planejamento e desenvolvimento urbano no Brasil

É de responsabilidade do governo municipal a criação da lei orgânica, o estabelecimento de normas de edificação, loteamento, arruamento, zoneamento urbano e dos limites urbanos.

No entanto, o uso ilegal do solo e a ilegalidade das edificações meio urbano atingem mais de 50% as grandes cidades brasileiras, se considerarmos a legislação de uso e ocupação do solo, zoneamento, parcelamento do solo e edificação.

Está previsto que o Estado deve se organizar para cumprir a norma estabelecida e punir os que a contrariam. Quando isto não acontece generaliza-se a impunidade ou a punição aleatória se instala. A prática do planejamento urbano oficial tem uma irresistível atração pela regulamentação do mercado imobiliário através de leis detalhadas de uso do solo e zoneamento.

“Gestão e não simplesmente regulamentação, operação, ação administrativa e não apenas planejamento de gabinete, este é o caminho para

a prevenção das tragédias cotidianas que vitimam moradores (...)” (MARICATO, 2001, p.262).

Analisando meio século de transformações urbanas no Brasil (1930 a 1980) OLIVEIRA (1999) diz que este período foi influenciado por: a) política de ditadura em mais da metade do período; b) economia com forte intervenção do Estado no planejamento e investimento em infra-estrutura que privilegiou a atividade industrial sobre a agrícola.

Através da dinâmica demográfica ocorreu o aumento do número e tamanho das cidades, chegando ao predomínio da população urbana sobre a rural. A década de vinte, no plano internacional, marcou o fim da Primeira Guerra Mundial.

Na década de 1930, esboça-se o processo de industrialização que vai se consolidar na década de 1940, como mudança no padrão da urbanização da sociedade brasileira: a partir da década de quarenta, a urbanização tornou-se o principal agente de desenvolvimento e de modernização do país.

No final da década de 1940, e especialmente a partir de meados dos anos 50, a indústria passa a prevalecer como principal atividade econômica e como resultado, estabeleceu-se, espacialmente, uma crescente urbanização.

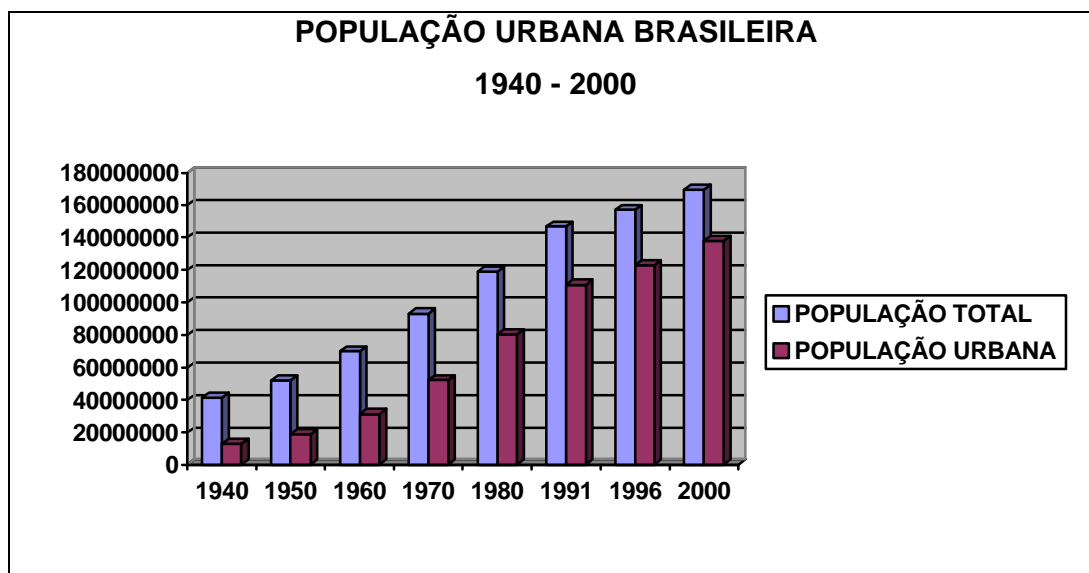
É possível constatar esse fato na Tabela 1:

Tabela 1: Evolução histórica da população e a urbanização no Brasil

	População Total	População urbana	Índice de urbanização
1940	41.236.315	12.880.182	31,23
1950	51.944.397	18.782.891	36,16
1960	70.070.457	31.303.034	44,67
1970	93.139.037	52.084.984	55,92
1980	119.002.706	80.437.409	67,59
1991	146.825.475	110.990.990	75,59
1996	157.070.163	123.076.831	78,35
2000	169.590.693	137.755.550	81,23

Fonte: Dados históricos dos Censos Demográficos do IBGE.

Figura 1: População Urbana Brasileira



Org.: Schwarz, W.

Para BARROS, a urbanização no Brasil:

“Ocorreu principalmente no século atual, e se intensificou após os anos 50, como resultado de um acirrado êxodo rural, que deu origem a

inúmeras novas cidades ou o crescimento das já existentes. Entre 1960 e 1970, ocorreu invasão quanto ao lugar de residência da população brasileira, da zona rural para a urbana, consolidada em 1980. Entre 1960 e 1980, houve um grande crescimento da população urbana, mais de 50 milhões de novos habitantes, e na década posterior mais 30 milhões foram acrescentados” (BARROS, 1998, p.15).

Já MARICATO (1993) expõe que uma mudança no padrão de urbanização brasileira se afirma na década de 80 com a queda do crescimento demográfico de algumas regiões metropolitanas (com poucas exceções), principalmente se comparado aos demais centros urbanos.

Se forem comparadas, as taxas de crescimento demográfico, entre os períodos de 1970/80 e 1980/91, pode-se perceber que as principais metrópoles brasileiras tiveram queda na taxa de crescimento: São Paulo, -61,2%; Rio de Janeiro, -76,7%; Belo Horizonte, -44,0%; Salvador, -29,7% e Porto Alegre, -32,9%. O crescimento mais acentuado se deu nas cidades com população entre 20 mil e 100 mil habitantes.

LEFEBVRE (1991, p.02) relata que: “(...) as questões relativas à cidade e à realidade urbana não são plenamente conhecidas e reconhecidas; ainda não assumiram politicamente a importância e o significado que têm no pensamento (na ideologia) e na prática”.

O processo de industrialização é, há um século e meio, o motor das transformações na sociedade; é ainda, o indutor e se pode contar, entre os induzidos, os problemas relativos ao crescimento e planificação, as questões

referentes à cidade e ao desenvolvimento da realidade urbana, caracterizando, assim, a sociedade moderna, definida como sociedade urbana.

Na realidade, a cidade preexiste à industrialização, com suas características específicas; “a cidade oriental e arcaica foi essencialmente política: a cidade medieval, sem perder o caráter político, foi principalmente comercial, artesanal, bancária. Ela integrou os mercadores outrora quase nômades, relegados para fora da cidade” (LEFEBVRE, 1991, p.04).

Muito embora, grande parte das atividades industriais nascentes, tendam a se implantar fora das cidades, são dependentes de várias circunstâncias locais, regionais e nacionais, relacionadas a fatores como: fontes de energia, meios de transporte, matérias-primas e mão-de-obra.

O Ministério do Meio Ambiente Brasileiro em consonância com os princípios da “Agenda 21” e da “Agenda *Habitat*”, criou o documento “Cidades sustentáveis”, elaborado pelo Consócio Parceria 21, que propõe a introdução da dimensão ambiental nas políticas urbanas vigentes, ou que venham a ser adotadas em todas as esferas de governo.

Esse documento aponta as principais questões intra-urbanas que afetam a sustentabilidade do desenvolvimento das cidades: o acesso à terra e *déficit* habitacional, calculando que, em algumas cidades, quase a metade do espaço construído está na esfera do irregular e do informal e que:

“Embora os municípios tenham competência para planejar, regular e controlar o uso e a ocupação do solo urbano e executar a política de desenvolvimento urbano dispondo de vários instrumentos (...), é óbvio que nem todos os problemas urbanos e ambientais são gerados e

podem ser resolvidos exclusivamente na esfera local” (MMA/IBAMA, 2000, p.46).

Ainda, o saneamento ambiental, no tocante a ocupação de áreas de várzea onde se tornam comuns os conflitos da falta de drenagem (exemplo de São Paulo e Curitiba), “no planejamento urbano não tem havido sensatez e previdência (...) acabando-se por investir recursos em obras paliativas e em vãos esforços de contenção de cheias” (MMA/IBAMA, 2000, p.46).

Segundo RODRIGUES (1998), o fato de a população brasileira viver em sua maioria nas cidades, não significa que a mesma compartilha da urbanidade, sem, com isso, negar-se a existência da efetiva urbanização, dada a incompatibilidade entre a elevada urbanização e as precárias relações políticas e socioculturais no urbano.

Seguindo um modelo de formas e práticas sociais semelhantes ao dos padrões internacionais de consumo e exclusão radical, é na área urbana e metropolitana onde se encontram 70,8% dos pobres e 57,6% dos indigentes do Brasil, conforme relatório apresentado para a conferência de “Cúpula do Homem”, Copenhague, 1994.

2.2 Monitoramento Ambiental

O monitoramento da dinâmica das variáveis ambientais possibilita o acompanhamento do uso e ocupação do solo voltado a diversos interesses, como caso do crescimento urbano, da poluição, e da degradação ambiental.

A implantação de novos empreendimentos imobiliários necessita de estudo e planejamento como medidas preventivas, eliminando ou minimizando os riscos de degradação ambiental, considerando que interferências sem planejamento prévio podem causar danos irreparáveis ao meio ambiente.

As conseqüências da modificação drástica do meio físico e biológico, causado pela ocupação humana, principalmente nos centros urbanos, geram poluição do solo, das águas, do ar, visual, impermeabilizações, modificação da paisagem natural, entre outras. Essas modificações no meio natural refletem-se com conseqüências negativas sobre a qualidade da vida humana, justificando-se assim a necessidade de monitoramento nos eventos.

Para VIEIRA et al (1990, in: FRANZONI, 1993, p. 52): "O monitoramento da expansão urbana necessita de instrumentos ágeis na obtenção de informações sobre sua realidade, devido à grande velocidade em que ocorrem as mudanças nos limites das áreas urbanas". As técnicas de Sensoriamento Remoto são instrumentos que tornam possível a execução deste monitoramento.

Segundo NOVO (1992) é preciso que se tenha cuidado na definição do uso e ocupação do solo por meio do sistema de sensoriamento remoto pois, áreas com um dado tipo de cobertura podem ter vários usos distintos,

considerando assim, este método de classificação insuficiente, porque o termo *uso da terra* refere-se ao uso cultural da terra, enquanto que o termo *cobertura* ou *land cover* refere-se ao seu revestimento.

O autor conclui que: “a) o critério espectral não é suficiente para discriminar entre classes de uso da terra; b) a interpretação visual de imagens permite identificar 10 classes de uso da terra com uma precisão estimada em 71%” (NOVO, 1992, p.278).

Fica evidenciado interpretação precisa do uso e ocupação do solo para qualquer finalidade e para o seu monitoramento, faz-se necessário a complementação de estudo “*in loco*”, minimizando-se, assim, a possibilidade de equívocos na leitura dos dados da segmentação de classes e subclasses revelados pelo sensoriamento remoto.

2.3 Análise Ambiental

O crescimento da população mundial vem se intensificando a partir da revolução industrial ocorrida nos séculos XIII e XIX, na Inglaterra, França e Alemanha e, também a sua concentração cada vez maior nas cidades.

CAVALHEIRO (1995) ressalta que o rápido crescimento populacional dos centros urbanos constitui-se atualmente em um dos maiores problemas da humanidade, sendo visto como uma das principais causas de degradação ambiental, pelo fato de a grande concentração humana e seu modo de vida causarem uma ruptura no funcionamento do ambiente natural.

SANTOS (*apud* BARROS, 1998) observa que, no Brasil, a população e a urbanização também têm crescido intensamente, principalmente nas médias e grandes cidades.

As estatísticas apontam que em 1991, aproximadamente 29% (42.215.134 habitantes) da população urbana brasileira viviam concentrados em nove regiões metropolitanas, correspondendo apenas a 0,5% do território nacional.

Assim, pela ausência de planejamentos e regulamentação como formas de controle nas várias instâncias de governo, tem-se há várias décadas inúmeros problemas sócioespaciais, o crescimento descontrolado, concentrações cada vez maiores e a degradação do espaço urbano.

Embora a Constituição Brasileira garanta que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial a sadia qualidade de vida...” (artigo 225 da Constituição da República Federal do Brasil), é amplo o conhecimento sobre os *déficits* habitacionais existentes na maioria das cidades brasileiras, mas de forma mais acentuada nas maiores cidades. É uma realidade que vem crescendo, principalmente a partir da década de 40 com o processo de industrialização e urbanização no país, tornando-se um fator de significância na degradação ambiental e, conseqüentemente, na saúde e na qualidade de vida da população.

Como um indicador de qualidade de vida, MACEDO (*apud* BARROS, 1998, p.26), diz que:

“As cidades são ambientes que apresentam grandes disparidades ambientais entre suas partes, o que evidencia as diferenças visíveis na

paisagem urbana e que se refletem nas condições e na qualidade de vida dos cidadãos, que estão diretamente relacionadas com a qualidade do ambiente”.

No processo de rápido avanço na constituição das cidades de forma quase que totalmente espontânea, verifica-se que não houve preocupação com o meio natural (físico e biológico), ficando este entre outros, negligenciado.

É comum observar-se transformação dos padrões urbanos, com a ocupação desordenada, sem que seja considerado o meio físico e a implementação de infra-estrutura básica, como a própria residência, rede de abastecimento de água, coleta e tratamento do esgoto doméstico e industrial, coleta e destinação final de resíduos sólidos, redes viárias e de energia, áreas verdes, esporte e lazer. São aspectos que deverão ser considerados para a obtenção de uma qualidade de vida e ambiental, no mínimo razoáveis.

Em análise ao estado ambiental urbano contemporâneo, é possível verificar que a vida nas cidades tem se tornado cada vez mais conturbada, devido, entre outros fatores, à degradação das condições de vida do homem e dos recursos disponíveis. As condições dos elementos da natureza têm, também, se alterado; por exemplo, LIMA destaca que:

“A intensidade de radiação solar, a temperatura, a umidade relativa do ar, a precipitação e a circulação do ar, entre outros, são afetados pelas condições de artificialidade do meio urbano tais como as características de sua superfície, o suprimento extra de energia, a ausência de vegetais, a poluição do ar e as características dos materiais e

edificações” (*apud* BARROS, 1998, p.25).

A análise ambiental urbana é bastante complexa pelo envolvimento de muitas variáveis a serem consideradas, seja sobre o uso dos recursos naturais, e do meio físico da área em estudo, como também, a questões relacionadas à qualidade de vida da população: moradia, renda, urbanização, infra-estrutura e assistência à saúde, transporte, educação, etc.

Para AMORIN (*apud* BARROS, 1998, p.26) a análise ambiental mais ampla envolve várias etapas, como o conhecimento histórico da área, seu desenvolvimento, a dinâmica da paisagem e da sociedade. O conhecimento dos atributos físicos e humanos, é fundamental, gerando um grande número de dados.

Uma abordagem integrada também se faz necessária em que elementos e processos do meio ambiente são inter-relacionados e interdependentes e, onde a mudança de um, gera a alteração dos outros componentes.

Com a progressiva transformação do meio ambiente, principalmente no século XIX, surge a exigência de estudo para a compreensão das causas, intensidade e os mecanismos dos desequilíbrios ambientais.

Esta preocupação foi manifestada na conferência de Estocolmo em 1972; a partir dela, passou-se a estabelecer uma base metodológica para o desenvolvimento de estudos ambientais, desencadeando a Legislação Internacional do Meio Ambiente e gerando a compreensão da necessidade de conhecimento das reais causas da degradação ambiental e a recomendação

de tratamento da questão ambiental, contemplando variáveis do meio físico e social no contexto local, regional e global.

De acordo com MACEDO (1995, p.15), o trato da questão ambiental pode ter diferentes ênfases, primeiramente nos elementos que constituem a estrutura e o funcionamento e, as transformações, geradas pela ação do homem nos elementos, que caracterizam o espaço em foco, significam, então, que avaliar o meio ambiente é “compreendê-lo segundo as relações mantidas entre seus elementos e aspectos físicos, bióticos, econômicos, sociais, e culturais desde que esse objeto seja assim constituído”.

A análise e avaliação de uma região oferecem a possibilidade de conhecimento das potencialidades de uso ou o não-uso de uma área ocupada, sua fragilidade e perspectiva de uso futuro. Possibilita-se, assim, a tomada de decisões no sentido de sua preservação, e conservação ecologicamente equilibrada.

Com referência aos indicadores ambientais, MACEDO salienta que:

“Estes são variáveis e particulares a cada fator ambiental, onde seja possível verificar e precisar as alternâncias de comportamento, ou funcionalidade, optem-se os elementos mais adequados para a análise de qualidade e quantidade das variações de um ecossistema. Assim, quando aferidas as oscilações de um dado elemento indicador ambiental, em suas devidas proporções, estabelece-se a medida de intensidade de degradação ambiental, ou optem se um número valioso para estudo em uma análise comparativa” (MACEDO, 1995, p.18).

PAPAGEORGIU (*apud* BARROS, 1998, p.29) afirma que o ambiente urbano em seu estado natural, sua artificialidade e seu cotidiano sociocultural, proporcionam uma condição de vida que pode ser avaliada segundo indicadores concretos que apontam a qualidade de vida deste meio, sendo:

- *Ambientais*: qualidade da água, do ar e do solo, poluição atmosférica, contaminação, domesticação e domiciliação, acidentalidade;

- *Habitacionais*: densidade, disponibilidade espacial e condições de habitabilidade;

- *Urbanos*: concentração populacional, comunicação e transporte, educação, segurança e comportamento, poluição sonora e visual, local e paisagístico;

- *Sanitários*: mobilidade e mortalidade, assistência médica e hospitalar; estado nutricional; e

- *Sociais*: condições socioeconômicas e classe, consumo necessidades e desigualdades, família, sexualidade, condições de trabalho e profissão, recreação lazer e turismo e sistema político administrativo;

A interação dos vários atores da sociedade, indivíduos, grupos e os vários níveis de governo resultam em uma determinada composição social, que vem moldando o cenário atual do ambiente urbano ao longo de sua existência.

São participantes diretos do processo, os proprietários de imóveis, instituições imobiliárias, empreendimentos de construção civil, os usuários – que são os geradores da demanda existente – e o Estado, como gestor do processo através de regulamentações, planejamento, projetos,

desapropriações, incentivos financeiros, patrocinando e executando infra-estruturas de uso coletivo e a própria edificação de conjuntos residenciais. Desse modo, verifica-se a carência de um estudo deste espaço e o estabelecimento de uma política de desenvolvimento sustentável.

2.4 Sensoriamento Remoto

O sensoriamento remoto pode ser conceituado como o conjunto de atividades desenvolvidas com o objetivo de coletar informações de propriedades físicas e ou químicas de objetos ou alvos de interesse, sem que haja contato físico, utilizando para tal a radiação eletromagnética emitida, absorvida, refletida e ou transmitida. Incluindo-se as energias relativas, luz, calor e ondas de rádio.

A atividade de sensoriamento em sua metodologia divide-se em duas fases: a da aquisição e a de análise ou utilização de imagens. A de aquisição, está na obtenção dos dados das variações de características físicas e ou químicas de alvos em áreas de interesse, e ao seu armazenamento em fitas magnéticas, disquetes, CDs, computadores, fotografias em papel e digital, etc.

Já na de análise ou utilização, com a interpretação surge uma grande variedade de possibilidades de utilização do sensoriamento remoto, destacando-se, Mapas Temáticos dos Usos da Terra, Meteorologia, Agronomia, Geologia, Geografia, Oceanografia, etc.

NOVO define Sensoriamento Remoto como sendo:

“A utilização conjunta de modernos sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos e transmissão de dados, aeronaves, espaçonaves, etc., com o objetivo de estudar o ambiente terrestre, através do registro e análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes do planeta Terra em suas mais diversas manifestações” (NOVO, 1992, p.02).

Na classificação dos sistemas de sensores remotos existem duas categorias definidas segundo a fonte de energia: os ativos e os passivos. Os sensores ativos são aqueles que produzem a sua própria radiação, ou seja, produz a energia que irá interagir com os objetos da superfície; os passivos são sensores que não possuem fonte própria de radiação, ou seja, necessita de uma fonte externa; geralmente esta fonte é o Sol. Ele detecta a radiação refletida ou emitida pelos objetos da superfície.

Quanto ao tipo de produto da transformação sofrida pela radiação detectada, os sensores podem classificar-se em não-imageadores e imageadores. Os sensores não-imageadores fornecem informações do alvo sem produzir imagens; esses dados podem ser registrados em gráficos ou tabelas. Nesta categoria, estão os radiômetros de banda, espectrorradiômetro e os termômetros de radiação.

Já os sensores imageadores classificam-se em fotográficos e não fotográficos, fornecendo imagens de um alvo, sendo, para isso, utilizados *scanners* e câmaras fotográficas.

Um dos produtos obtidos do sensor fotográfico são as chamadas fotografias aéreas. Essas, podem ser adquiridas a partir de filmes pancromático, colorido, infravermelho preto e branco e infravermelho colorido.

Os filmes pancromáticos são sensíveis a toda porção do espectro visível, possuem a capacidade de registrar em variações de tons de cinza, a maioria das cores do espectro visível.

O filme infravermelho preto e branco possui uma sensibilidade espectral variável; que, com o uso de filtro vermelho escuro, é capaz de bloquear a radiação visível, sendo projetado para registrar somente os raios de luz infravermelhos refletidos.

Os filmes coloridos são disponíveis em dois tipos: positivos e negativos. Os filmes positivos, após processados, produzem transparências que representam a cena com a mesma aparência que terá ao ser observada sob a luz solar. Os filmes negativos permitem a reprodução de cópias positivas em papel.

Os filmes infravermelhos coloridos reproduzem os objetos da natureza com cores diferentes das naturais para acentuar aspectos da superfície, facilitando o processo de extração de informações.

Das imagens geradas destacam-se para estudos ambientais os satélites *LANDSAT (Land Satellite)*, *SPOT (Système Probatoire d'Observation de la Terre)* e *TIROS*, que se incluem nos produtos gerados pelos sensores imageadores.

O sistema *LANDSAT* foi desenvolvido pela *NASA (National Aeronautics and Space Administration)*, com o objetivo de permitir a aquisição de dados

espaciais, espectrais da superfície terrestre, de forma global, sinóptica e repetitiva. Este sistema foi lançado em órbita em 1972 e inicialmente denominava-se *ERTS-1*; atualmente, chegou-se ao *Landsat 7*.

Tabela 2: Satélites da série *LANDSAT*

NÚMERO DO SATÉLITE	DATA DE LANÇAMENTO	TÉRMINO DE OPERAÇÃO
ERTS 1 ou LANDSAT 1	23/07/72	05/0178
LANDSAT 2	22/01/75	27/07/83
LANDSAT 3	05/03/78	07/09/83
LANDSAT 4	16/07/82	Não imageia, porém, não está desativado
LANDSAT 5	01/03/84	Ativo até o momento
LANDSAT 6:	05/10/93	Perdido após o lançamento
LANDSAT 7:	15/04/99	Ativo até o momento

Fonte: INPE.

O primeiro satélite do sistema *Landsat*, ao ser lançado em 1972, recebeu o nome de *Earth Resources Technology Satellite 1 (ERTS-1)*, passando a ser chamado *LANDSAT* no ano de 1975.

CURRAN (*apud* FRANZONI, 1993) relata que o *LANDSAT 1* e o *LANDSAT 2* possuíam dois tipos de sensores com resolução espacial de 80m, o sistema MSS (*Multispectral Scanner Subsystem*), com imageamento do terreno por varredura de linhas, operando em 4 faixas espectrais, e o subsistema de câmaras de televisão RBV (*Return Beam Vidicon*) com imageamento instantâneo de toda a cena, operando com três câmaras em três faixas do espectro.

No *LANDSAT 3*, foi modificado o sensor RBV, operando com duas câmaras na mesma faixa do espectro e com resolução espacial de 80m, e ao sensor MSS foi acrescentada uma faixa espectral para operar na região de infravermelho termal, com resolução espacial de 240m.

Para os satélites *LANDSAT 4* e *5*, o sensor RBV foi substituído pelo sensor TM (*Thematic Mapper*) de varredura multiespectral, com resolução espacial de 30m nas 6 bandas do visível 1, 2, 3, 4, 5 e 7 e de 120m para a banda 6 (termal) e mantendo-se neste, o uso do sistema MSS.

O *LANDSAT 7* é o mais recente satélite em operação do programa *LANDSAT*. Lançado em abril de 1999, com um novo sensor a bordo denominado ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*).

A imagem *LANDSAT 7 ETM+* é composta por 8 bandas espectrais. Entre as principais melhorias técnicas, se comparado ao seu antecessor, o satélite *Landsat 5*, destacam-se a adição de uma banda espectral (banda Pancromática) com resolução de 15m, perfeitamente registrada com as demais bandas, melhorias nas características geométricas e radiométricas, e o aumento da resolução espacial da banda termal para 60m. Esses avanços tecnológicos permitem a geração de imagens de satélites com aplicações diretas até a escala 1:25.000.

A resolução espacial é a menor distância entre dois objetos que um sensor pode distinguir. A resolução espectral de um sistema sensor é determinada pelas faixas do espectro eletromagnético dos canais utilizados. Assim, uma alta resolução espectral é obtida por estreitas amplitudes de

bandas, as quais agregadamente servem para fornecer uma assinatura espectral mais precisa dos objetos.

Para as quatro primeiras bandas (1 a 4) há 16 detectores de silício (Si). Para as bandas 5 e 7, existem 16 detectores de antimoneto de Índio (INSB), a banda 6 (termal) usa 4 detectores de mercúrio-cádmio (HGCDTE). O arranjo completo do TM é uma matriz de 100 detectores, que possibilitando o imageamento simultâneo de 16 linhas por banda no terreno (de 480m por 185km). Dessa forma, a resolução geométrica das imagens nas bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 é de 30m cada “*pixel*” da imagem correspondendo a 0,09 ha. Para a banda 6, a resolução é de 120m representando 3.4 ha.

As melhorias geradas no satélite LANDSAT 7 com a adição da banda espectral 8 (banda Pancromática) com resolução de 15m cada “*pixel*”, perfeitamente registrada com as demais bandas, aumentam também a resolução espacial da banda termal para 60m.

A representação esquemática das características dos sensores a bordo dos satélites da Série *LANDSAT* estão representadas na Tabela 3:

Tabela 3: Características dos sensores a bordo dos satélites da série

LANDSAT

Sensor	SISTEMA DE VARREDURA MULTIESPECTRAL				CÂMARAS DE TELEVISÃO	
	MSS	MSS	TM	ETM+ PAN	3 Câmaras RBV	2 Câmaras RBV
Número de canais	4	5	7	8	3	1
Resolução	80m	80m 240m	30m 120m	15m 60m	80m	30m
LANDSAT 1	☺					
LANDSAT 2	☺					
LANDSAT 3		☺				☺
LANDSAT 4	☺		☺			
LANDSAT 5	☺		☺			
LANDSAT 7	☺		☺	☺		

Org. SCHWARZ, W.

LEGENDA UTILIZADA	
☺	Operando a bordo do satélite
	Operando a bordo do satélite mas pouco utilizado em levantamento de recursos naturais
	Ausente

A série de satélites LANDSAT pode ser dividida em três fases:

A primeira geração do programa Landsat, composta de 3 satélites, Landsat 1-2-3, tinha 2 instrumentos: a Câmera RBV, Return Beam Vidicon (RBV) e o MSS (Multispectral Scanner). Em razão de problemas técnicos no

RBV, e da superioridade técnica do instrumento MSS do ponto de vista espectral e radiométrico, o RBV foi muito pouco utilizado.

A segunda geração do programa Landsat foi iniciada em 1982 como lançamento do satélite Landsat 4, que já possuía o instrumento Thematic Mapper (TM) além do MSS.

O Landsat 5, de acordo com as previsões técnicas baseadas nas performances atuais do satélite, deverá ficar operacional por mais alguns anos após a virada do século.

O Landsat 6 foi perdido logo após o seu lançamento.

O Landsat 7 marca o início da terceira geração do programa Landsat, com destaque para a adição de uma banda espectral Pancromática com resolução de 15 m, melhorias nas características geométricas e radiométricas, e o aumento da resolução espacial da banda termal para 60 m.

Na Tabela 4, são apresentadas as principais aplicações potenciais das bandas TM do Landsat

Tabela 4: Principais aplicações potenciais das bandas TM do *LANDSAT*

BANDA	INTERVALO ESPECTRAL μm	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES POTENCIAIS DAS BANDAS DO LANDSAT
1	0,45 – 0,52	- Apresenta grande penetração em corpos de água com elevada transparência até a profundidade de 20 a 40 m permitindo estudos batimétricos (mapeamento de águas costeiras); - Sofre absorção pela clorofila e pigmentos fotossintéticos auxiliares (carotenóides), na

		<p>diferenciação entre vegetação coníferas e decídua;</p> <ul style="list-style-type: none"> - É denominada de banda Azul; - Apresenta sensibilidade a plumas de fumaça oriundas de queimadas ou atividades industriais; - Pode apresentar atenuação pela atmosfera; - Diferenciação entre solo e vegetação.
2	0,52 – 0,60	<ul style="list-style-type: none"> - Apresenta grande sensibilidade à presença de sedimentos em suspensão, possibilitando sua análise em termos de quantidade e qualidade. Boa penetração em corpos de água; - Denominada banda verde; - Reflectância de vegetação verde sadia cujo pico se situa em 0,55 μm.
3	0,63 – 0,69	<ul style="list-style-type: none"> - A vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação e variações tipológicas; - Distinção de variações de densidades urbanas; - Estudo do uso e ocupação do solo (manchas urbanas, agricultura, etc.); - Denominada banda Vermelha.
4	0,76 – 0,90	<ul style="list-style-type: none"> - Os corpos de água absorvem muita energia nesta banda e ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos de água; - A vegetação verde, densa e uniforme, reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens; - Apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas; - Apresenta sensibilidade a morfologia do terreno, permitindo obtenção de informações sobre geomorfologia, solos e geologia.

		<ul style="list-style-type: none">- Mapeamento de feições geológicas e estruturais;- Mapeamento de áreas ocupadas com pinus, eucalipto e de áreas queimadas;- Identificação áreas ocupadas com macrófitas aquáticas e de agricultura.
5	1,55 – 1,75	<p>- Apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação; causado por desequilíbrio hídrico. Sofre perturbação em caso de ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena.</p> <ul style="list-style-type: none">- Expectativa na identificação de mineralizações superficiais, sobretudo com os dados da divisão da banda 5 pela 1;- Estudo de estrutura urbana.
6	10,4 – 12,5	<p>- Apresenta sensibilidade aos fenômenos relativos aos contrastes térmicos, servindo para detectar propriedades termais de rochas, solos, vegetação e água.</p> <ul style="list-style-type: none">- Estudos de contrastes térmicos entre litologias de rochas silicáticas;- Estudos microclimáticos.- O Landsat 7 gera a banda 6 com ganho baixo (Canal 6L) e ganho alto (Canal 6H). Isso permite várias opções de análise e aplicações, tais como a medição relativa de temperatura radiante ou o cálculo de temperatura absoluta.
7	2,08 – 2,35	<p>- Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo obter informações sobre geomorfologia, solos, e geologia. Esta banda serve para identificar minerais com íons hidroxilas. Potencialmente favorável à discriminação de produtos de alteração hidrotermal; neste intervalo estão presentes algumas</p>

		importantes bandas de absorção de rochas carbonáticas.
8	0,52 – 0.90	Apresenta uma imagem de boa separabilidade dos alvos de interesse tanto em área rural como urbana.

Organizado: SCHWARZ, W.

2.4.1 O Programa SPOT

O Programa SPOT foi projetado como um sistema operacional e comercial estabelecido pelo governo francês em 1978, com a participação da Suécia e da Bélgica, o programa é gerenciado pelo Centro Nacional de Estudos Espaciais – CNES, responsável pelo desenvolvimento do programa e operação dos satélites. Já foram lançados os SPOT 1, 2, e 3. Existem planos para o lançamento do SPOT 4 e 5 para assegurar a continuidade dos serviços.

O satélite do sistema SPOT foi lançado em 22/02/86 e leva a bordo dois sensores de alta resolução (HRV – *Haute Resolution Visible*). A parte de desenvolvimento vem sendo conduzido pelo CNES (*Centre National d'Estudes Saptiales*), construído em consórcio com indústrias francesas e a parte comercial pela *SPOT IMAGE*.

Os dois satélites em operação, SPOT 1 e 2, possuem 2 sensores HRV (*Haute Résolution Visible*) a bordo de cada satélite, capazes de funcionar de forma independente. Com possibilidade de observação *off-nadir* (apontamento direcional), cada sensor HRV pode ser direcionado de modo a imagear cenas

laterais à órbita em que se encontra o satélite, com a possibilidade de serem obtidos pares estereoscópicos.

Os sensores HRV operam nos modos: multiespectral (XS), em três faixas do espectro eletromagnético (Tabela 5) e no pancromático (PAN), com resoluções espaciais, respectivamente, de 20 e 10m. Os dados do satélite SPOT são encontrados em canais individuais ou composições coloridas formadas por duas bandas no visível e uma no infravermelho.

Conforme Pinto:

“Do ponto de vista temático, a resolução espacial dos sistemas sensores tem sido um fator limitante, tendo em vista a dimensão de alvos de interesse. Dessa forma, alvos de dimensões inferiores ao poder de resolução espacial desses sistemas sensores podem não ser discriminados, tanto nas imagens fotográficas como nas digitais. Por outro lado, as imagens digitais (no formato de fitas compatíveis com computador – CCT) podem ser submetidas a processamentos ou tratamentos, através de sistemas computadorizados que podem melhorar o poder de discriminação entre os alvos contidos em uma cena imageada” (*apud* FRANZONI, 1993, p.41).

Tabela 5: Características das imagens do Sensor HRV a bordo dos Satélites
SPOT

Sensor	Pancromático	Canais	Multiespectral
HRV (Haute Résolutio Visible)	10 metros	-	20 metros
Bandas Espectrais	0,51– 0,73 μm	1	Verde: 0,50 – 0,59 μm
		2	Vermelho: 0,61 – 0,68 μm
		3	Infravermelho próximo: 0,79 – 0,89 μm
		4	Infravermelho médio: 1,58 – 1,75 μm
		5	Azul (experimental): 0,43 – 0,47 μm

Fonte: Adaptação de ROCHA, 2000, p.130.

Para o levantamento do uso do solo utilizando imagens de satélites, NASCIMENTO E THIBAUT (*apud* FRANZONI, 1993, p.42) sugerem uma composição colorida dos canais do TM que ocupe uma faixa bem ampla do espectro eletromagnético. Essa composição seria um canal visível (bandas 1, 2 ou 3) um canal do infravermelho próximo (banda 4) e um canal no infravermelho médio (bandas 5 ou 7).

Um mesmo tipo de cobertura revelado na aplicação do sensoriamento remoto pode ter vários usos distintos, então o sistema de classificação de uso da terra é insuficiente segundo NOVO (1992, p.276-8):

Conforme FRANZONI (1993, p. 42), a utilização de fotografias aéreas para levantamento do uso do solo é de fundamental importância pois, através dos elementos de reconhecimento, são identificadas as várias classes de uso

do solo. Os principais elementos utilizados são: forma, tamanho, sombra, tonalidade, padrão, textura, localização e relação de aspectos.

No uso e interpretação de fotografias aéreas, pode-se contar com o recurso da visão estereoscópica, que permite uma visão tridimensional do objeto, o que possibilita a delimitação de áreas de estudo, estudar a ocupação humana, hidrografia, vegetação, uso da terra, formas do terreno e tipos de solos.

Os registros dos produtos obtidos por sensoriamento remoto orbital podem ser encontrados sob a forma de transparências positivas, papel fotográfico, fitas magnéticas, disquetes, CDs compatíveis com computadores, gráficos, tabelas, fotografias em papel e digital, etc. A extração de informações desses produtos, pode se dar através de informações analógicas e digitais.

O processo de interpretação de imagens baseia-se em certos princípios de análise, que incluem métodos para detectar, identificar e medir objetos observados a partir de uma perspectiva.

A análise digital de imagens pode ser classificada em três técnicas: técnicas de pré-processamento, técnicas de realce e técnicas de classificação. As técnicas de pré-processamento referem-se ao conjunto de programas que permitem a transformação de dados digitais em dados corrigidos radiométrica e geometricamente. As de realce visam melhorar a qualidade visual da imagem e as técnicas de classificação visam o reconhecimento automático de objetos de cena, a partir da análise quantitativa dos níveis de cinza.

Para FRANZONI:

“a classificação digital de imagem é um processo de transformação

radiométrica que não visa eliminar distorções, nem realçar determinadas características desta. Seu objetivo é agrupar em uma única classe pontos da imagem que atendem a determinado conjunto de características” (FRANZONI, 1993, p.44).

O autor ressalta ainda que, numa imagem classificada, todos os pontos de uma mesma classe possuem o mesmo nível de cinza.

NOVO (1992) afirma que as técnicas de classificação podem ser: unidimensional, quando aplicado a um canal espectral ou multiespectral em que o critério de decisão depende da distribuição de níveis de cinza em vários canais espectrais, podendo ser classificação supervisionada, não supervisionada e híbrida.

Nas classificações supervisionadas, o analista interage com o sistema de análise de imagens digitais. Dispõe de informações sobre a cena que serve de treinamento para o sistema. Essas informações são conhecidas como áreas de treinamento e representam o comportamento médio das classes que deverão ser mapeadas automaticamente.

Na classificação não supervisionada, o analista tem pouco controle sobre a separação entre as classes e não necessita um conhecimento prévio da área de estudo. Então, quanto maior for a heterogeneidade das amostras, maior a certeza de que todas as classes possíveis estarão representadas.

Obtém-se uma classificação híbrida, quando é realizada uma classificação não-supervisionada como base para a seleção de áreas de treinamento, necessárias para uma classificação supervisionada.

2.4.2 Sensoriamento Remoto Aplicado ao Estudo do Solo Urbano

O meio urbano como produto das atividades socioculturais e econômicas, reflete variações na paisagem relacionadas a atividades produtivas e aos níveis de vida expressas a cada local. Desta forma, a paisagem recebe características particulares relacionadas à forma de utilização do espaço, que poderão ser interpretados como classes de padrões por vezes, estão associadas a níveis e atividades econômicos. É fundamental o desenvolvimento de metodologia para a identificação e manutenção da informação sobre as classes de uso do solo urbano, bem como, a distribuição das variáveis no espaço.

“O sensoriamento remoto em nível aéreo e orbital tem sido utilizado na identificação de tipos de ocupação da terra nas mais diferentes escalas de abordagem. Experimentos envolvendo a definição de classes de uso do solo urbano, utilizando técnicas de sensoriamento remoto, foram desenvolvidos apropriados para esse tipo de levantamento, conforme as características urbanas que se pretende classificar” (FORESTI, et. al, 1995, p.144).

As técnicas de sensoriamento remoto para o estudo do uso urbano, podem ser aplicadas com base em fotografias aéreas e com dados orbitais. Apontam como principais problemas no uso dos dados orbitais a heterogeneidade de alvos, mesmo se tratando de tipos semelhantes de ocupação, e as limitações de resolução dos sensores. Quanto às fotografias aéreas, a dificuldade está na periodicidade, no custo elevado e nas técnicas de execução do levantamento aerofotogramétrico.

Técnicas de divisão de classes segundo FORESTI, et.al, (1995) podem ser por aspectos funcionais, como: áreas residências, comerciais, industriais e outros. E, segundo o nível socioeconômico, que passa pelas classes anteriores. Ainda em outras classificações de interesse, que igualmente costumam passar pelas classes anteriores, pode formar subclasses. A classificação nem sempre é identificável visualmente em fotos ou em imagens, necessitando de interpretação por parte do analista.

2.5 SIG - Sistema de Informação Geográfica

O empenho do homem em conseguir e utilizar várias informações sobre o meio ambiente remonta de muito tempo antes da invenção do primeiro computador. Historicamente, várias ciências vêm se empenhando na criação de SIG e, em decorrência delas, nelas foram desenvolvidas técnicas sofisticadas de análise e tratamento de informações alfanuméricas, constituindo um processo que permite criar, armazenar, recuperar e apresentar dados georeferenciados.

O surgimento do primeiro computador eletrônico, em 1940, abriu a novas perspectivas à pesquisa e novas possibilidade ao SIG, chegando às pesquisas pioneiras, com destaque em 1960 ao uso de modelos na Inglaterra e EUA para avaliar dados censitários e urbanos.

Posteriormente, essa evolução tecnológica generalizou o uso do computador para manusear dados, desenvolvendo-se, em 1964 no Canadá, o

primeiro SIG - *Canadian Geographic Information Systems*. - com a finalidade de analisar dados de inventário de terra.

A partir daí, desenvolveu-se essa tecnologia com grande difusão na década de 70, associada aos avanços na capacidade de memória e velocidade de processamento dos equipamentos. Ampliando-se também, a interação e diminuindo os custos de sistemas, o que possibilita, ao usuário, interagir com o processo. Essa foi a década do processamento de imagens e sensoriamento remoto que contribuiu para a disponibilidade de dados.

O uso do SIG integrado nos setores industriais e comerciais, na década de 80, passou a ser utilizado para fins ambientais em vários países da Europa, Ásia, África e América.

A alta especialização do SIG na década de 80 se evidencia pelo número de sistemas duplicados, pelo elevado crescimento de mercado, o acentuado crescimento de conferências regionais, nacionais e internacionais sobre o tema e o avanço tecnológico, fundamentações teóricas e a sua aplicação em casos específicos, uma ampliação do número de publicações especializadas, maior número de disciplinas enfatizadoras e o surgimento de muitos centros de pesquisas, principalmente nos EUA e Europa.

Tabela 6: Resumo da evolução da tecnologia de SIG

GERAÇÃO	TECNOLOGIA	USO PRINCIPAL	AMBIENTE	SISTEMA
1ª (1983 – 90)	CAD Cartografia	Desenho de mapas	Projetos isolados	Pacotes separados
2ª (1990 – 97)	Banco de dados, imagens	Análise espacial	Cliente servidor	Software integrado
3ª (1997)	Sistemas distribuídos	Centro de dados	Multi-servidores WWW	Interoperabilidade

Org.: SCHWARZ, W.

Antecede ao nível de desenvolvimento atual, o registro de uma jornada de parceria entre a ciência e técnica que, no decurso das últimas décadas, realizaram os intercâmbios geradores da história evolucionária do SIG.

Na opinião de SANCHES e MENEGUETTE:

“Merece destaque neste processo a revolução tecnológica provocada pela informática, que na verdade também é fruto dessa aliança, e que, num segundo momento, proporcionou um novo modelo no tratamento, armazenamento e controle da informação, bem como a conseqüente universalização de seus recursos” (SANCHES e MENEGUETTE, apud BARROS, 1998, p.48).

Os SIGs no Brasil começaram na década de 60, com interesse em sensoriamento remoto e depois SIG. Para desenvolver esta tecnologia foi criada a Comissão Nacional de Pesquisas Espaciais – CNAE subordinada ao CNPQ, transformada em 1971 em INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, que permanece até o presente.

Num programa realizado entre a NASA, CNPQ e INPE, para aquisição de dados naturais por aeronave com o uso de radar de visada lateral, após testes na Amazônia, em 1975 foi imageado todo o território nacional (Radam Brasil).

Seguindo com os esforços para processamento digital de imagens, lançou-se, em 1985, o primeiro sistema de processamento de imagens SITIM-110 (Sistema Interativo de Tratamento de Imagens), chegando ao sistema SRF e o SGI – Sistema de Informação Geográfica, que posteriormente evoluiu para o SPRING numa versão mais sofisticada que roda em *WORKSTATION*.

Existem atualmente vários sistemas em funcionamento no Brasil:

- O SGI GEO-INF+MAP, da UNESP de Rio Claro/SP, tem a finalidade didática, com aplicação em topografia, análise ambiental, estudos hidrográficos e climáticos;

- O SAGA do Departamento de Geografia da UF-RJ, sistema de análise ambiental, analisa impactos ambientais e prevê cenários futuros;

- A Fidem – Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife – desenvolveu um sistema de planejamento metropolitano;

- A Universidade Federal de São Carlos – SP, desenvolveu um sistema portátil de edição e manipulação de mapas – *Mapsystem*, com uso destacado na geotecnia, ecologia, engenharia urbana e transporte;

- A CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, desenvolveu o SIR (Sistema de Informação de Recursos Naturais).

2.5.1 Conceitos e definições

FRANK apresenta uma definição mais abrangente sobre o Sistema de Informações Territoriais, como sendo este:

“Um instrumento para a tomada de decisão em direito, administração e economia, bem como um meio auxiliar para o planejamento e desenvolvimento. De um lado consiste de uma coleta de dados, a qual contém informações relativas a solo e subsolo de uma determinada região e de outro lado de procedimentos e métodos para abrangência, atualização, tratamento e mudanças sistemáticas desses dados. A base de um Sistema de Informações Territoriais forma um sistema de relações especiais uniforme para os dados armazenados o qual também facilita uma combinação com outros dados referentes a solo armazenados no Sistema de Informações” (*apud* IAP/GTZ, 1994, p.10).

Logo, uma definição mais restrita, com maiores limitações, já seria baseada no aperfeiçoamento do potencial de eficiência e das variantes de aplicação de futuras instalações de SIG que não duram muito tempo e que estão sujeitas, permanentemente a modificações.

STROBEL, diante de várias definições e conceitos, questiona sobre qual seria o sistema concreto afinal qualificado como SIG. Diz então o autor que:

“Pode-se compreender SIG como realização de um SIG completo em combinação de *Hardware*, *Softwares*, e dados de aplicação específica, como pacote de *Softwares* e como tecnologia da área de

geoinformática que desenvolve estratégias de processamento para a identificação de tipos na formulação de questões especiais e as transforma e insere algo ritmicamente” (apud IAP/GTZ, 1994, p.11).

FRANZONI (1993) descreve que os sistemas de informações geográficas dividem-se em dois grandes grupos: Sistemas Dedicados a Projetos e os de Inventários.

Nos sistemas dedicados a projetos, é feita uma análise única de um problema específico. Trata-se de tarefas que normalmente compreendem uma região limitada, mas que necessitam de uma grande variedade de dados para obter uma resposta adequada.

Os sistemas de inventários incluem levantamentos extensivos sobre certas porções do território, seja para um fim específico, (uso do solo, cobertura vegetal, etc.), seja para uma base de dados extensiva. Nesse caso, o número de cartas envolvidas pode ser da ordem de centenas ou milhares, dependendo do território e da escala de trabalho.

2.5.2 Princípios e componentes de um SIG

O IAP/GTZ (1994, p.11) informa que para tornar possível a introdução de uma grande quantidade de informações espaciais (territoriais) num sistema, fica evidente que a sua realização só com métodos tradicionais não é suficiente, necessita da “eficiência otimizada e maximização de uso, um SIG

deve possuir a capacidade de trabalhar com segurança a abundância de dados a serem abrangidos, valorizar de forma multifuncional e poder apresentá-los ilustrativamente”.

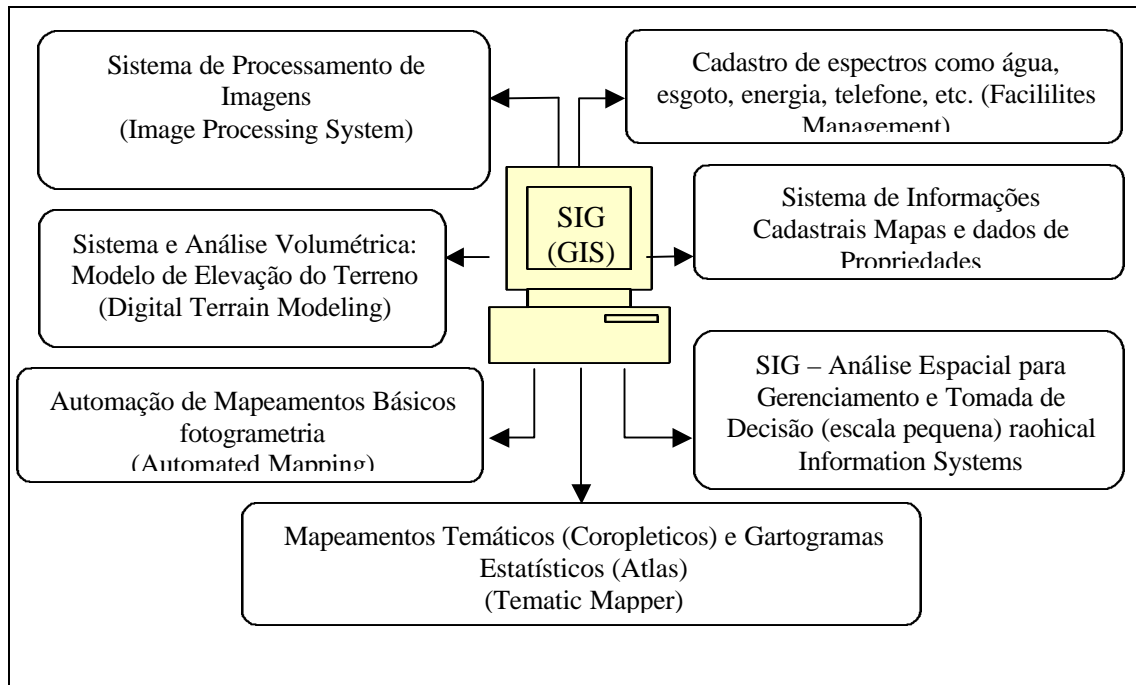
A sua realização exige a concepção de sistema capacitado que possibilite a conversão de dados nos princípios e componentes de um SIG. Um elemento importante na estruturação de um SIG é a classificação em camadas dos dados disponíveis sobre a geosfera, reunindo objetos espaciais homogêneos (sistemas viários, rios, edificações, geologia, topografia, plano diretor, etc.).

Através de operações espaciais e algoritmos especialmente desenvolvidos para isso, é possível verificar a quantidade de cortes, ou seja, áreas de várias camadas e novas camadas derivadas e, com isso, produzir formações adicionais de tipos.

A exigência principal num SIG para IAP/GTZ (1994, p.12):

“É a capacidade de apresentar as relações entre objetos espaciais e seus atributos correspondentes, que servem para qualificação, quantificação e conhecimento das unidades espaciais. Isso acontece por meio de uma codificação GEO, onde qualquer quantidade de áreas, traçados e pontos podem ser combinados com suas características através de uma cifra inequívoca”.

Figura 2: Tarefas que podem ser executadas por um SIG



Fonte: ROSA, 1995, p.28.

2.5.3 Os principais *softwares* de geoprocessamento que existem no mercado

Existem diversos tipos de *softwares* no mercado, para execução de várias funções do geoprocessamento. São direcionados a base cartográfica, mapeamento temático, cadastro técnico e processamento de imagens.

Tabela 7: Os *softwares* mais utilizados no Brasil em 2000

SOFTWARE	TIPO	DISTRIBUIDOR
APIC	SIG	POLICART
ARC/CAD	SIG	GEMPI
ARC/INFO	SIG	GEMPI
ARCVIEW	Pesquisa, Apresentação	GEMPI
ATLAS SIG	SIG	TECNION
AUTOCAD	CAD	DIGION
CARTOCAD	CAD	AEROSUL
DB MAPA	Pesquisa	MAXIDATA
EDM	CAD	BBX
ER MAPPER	Processamento Imagem, SIG	LANDMARK
ERDAS	Processamento Imagem, SIG	GEMPI
GEO-SQL	SIG	CEPRODAM
GFIS	SIG	IBM
SIG (Pafec)	SIG	BBX
SIGPLUS	SIG	LOGIT
IDRISI	SIG	BBX
ILWIS	SIG	IGASA
IMAGER	Processamento de Imagem	SISGRAPH
MAPINFO	SIG	GGEOGRAPH
MAXICAD	CAD	MAXIDATA
MCE	CAD	SISGRAPH
MCE/MGE	SIG	SISGRAPH
MOSS	MDT	BBX
PCI	Processamento de Imagem	THREETEK
RESIG	SIG	SIGOFT
RS Machine	SIG	POLICART
SITIM/SGI	Processamento Imagem, SIG	INPE
SPANS	SIG	INFOHOUSE
SPRING	Processamento Imagem, SIG	INPE
TRANSCAD	SIG	LOGIT

Fonte: Adaptado de ROCHA, 2000, p.70-1.

3 ÁREA DE ESTUDO

3.1 Introdução

Para experimentação da metodologia demonstrando a sua importância de uso, optou-se pela área urbana do Estado do Paraná.

A área escolhida foi o perímetro urbano do município de Pato Branco, por apresentar problemas de ocupação do espaço e de degradação ambiental. O principal agente atuante no processo é representado pela desenfreada e espontânea expansão do meio urbano pela ocupação humana.

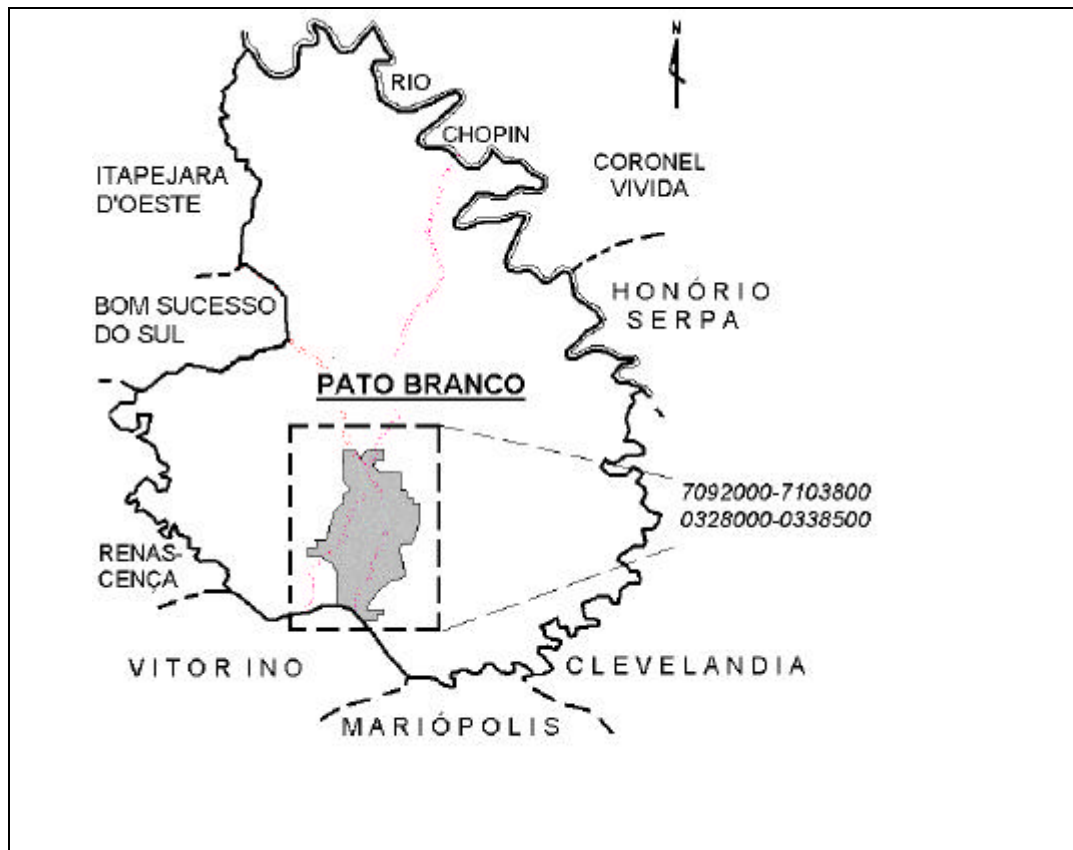
3.2 Localização da Área de Estudo

A área urbana da cidade de Pato Branco, possui a uma extensão de 4.951,07 ha, (Lei Municipal nº 1.651 de 17 de setembro de 1997). Situada entre *os paralelos 26913.02 e 26179.20 Sul e entre os meridianos 52 38 37.09 e 52 43 35.55 Oeste de Greenwich*, na região sudoeste do Estado do Paraná, conforme poderá ser observado na Figura 3, 4.

A cidade, no seu desenvolvimento e ocupação do espaço, se estabelece principalmente no sentido norte-sul acompanhando a vertente do vale do rio Ligeiro e afluentes. Situa-se de modo que, na porção sul da área municipal, confronta-se com os municípios de Vitorino e Mariópolis, Coronel Vivida e

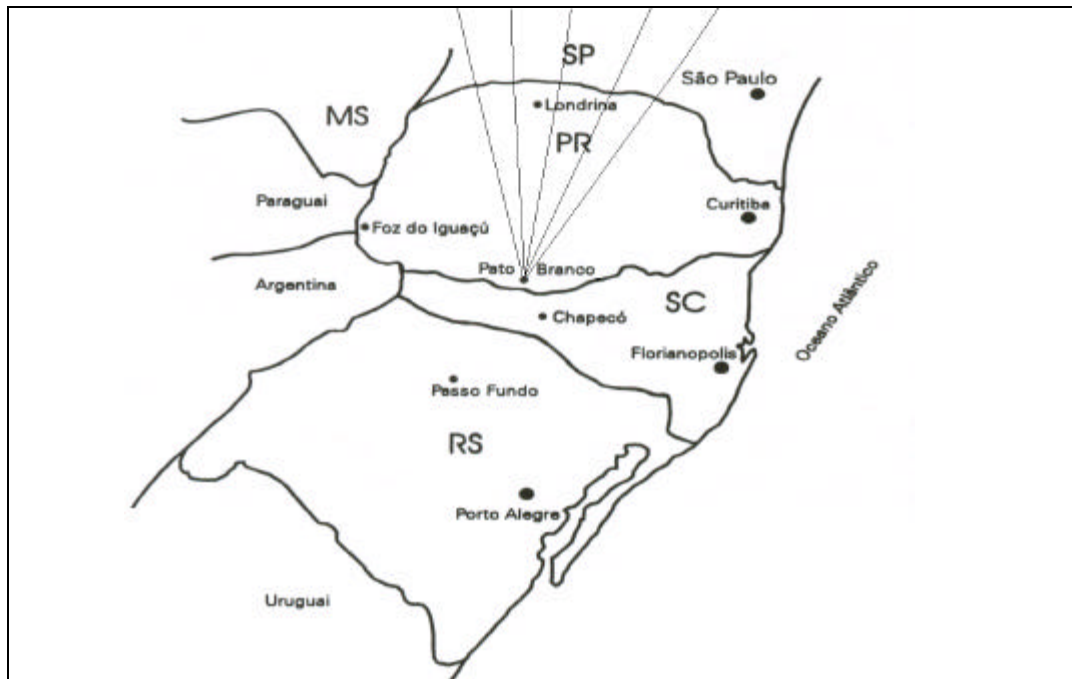
Honório Serpa (norte), Clevelândia (leste), Itapejara D'Oeste, Bom Sucesso do Sul e Renascença (oeste).

Figura 3: Localização da área de estudo no Estado e Município



Organizado: SCHWARZ, W.

Figura 4: Localização da área de estudo destacando o Município



Organizado: SCHWARZ, W.

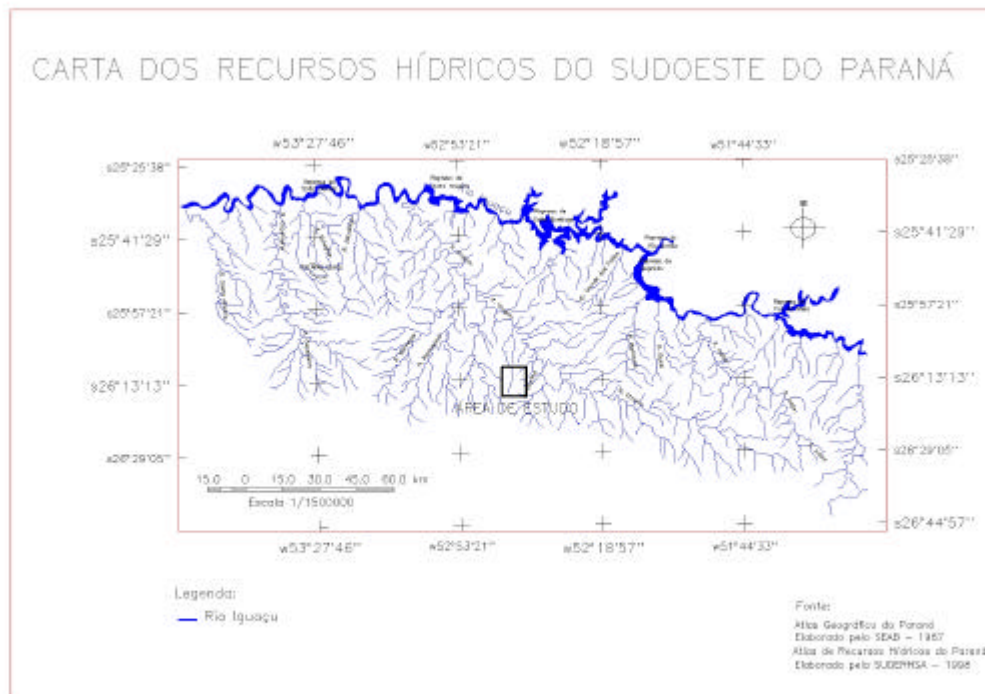
Localização de Pato Branco: Long.: O 52 43 35.55 e 52 38 37.09 - Lat.: S 26 17 9.20 e 26 9 13.02.

3.3 Sítio Natural e Meio Ambiente

A Geomorfologia faz parte do terceiro planalto paranaense que é talhado em rochas eruptivas básicas. Os rios esculpiram, na região, vales, ora mais abertos, formando “lajeados” e dando origem a corredeiras, saltos e cachoeiras, ora mais fechados, formando “*canyons*”. A região localizada ao sul do rio Iguaçu, denominada como plano de declividade do planalto de “*trepp*” de Santa Catarina, constituindo o divisor das águas Uruguai-Iguaçu. A altitude

diminui de 1.150 metros para 700 a 300 metros no vale do Iguaçu. Apresenta-se os principais cursos na figura 5.

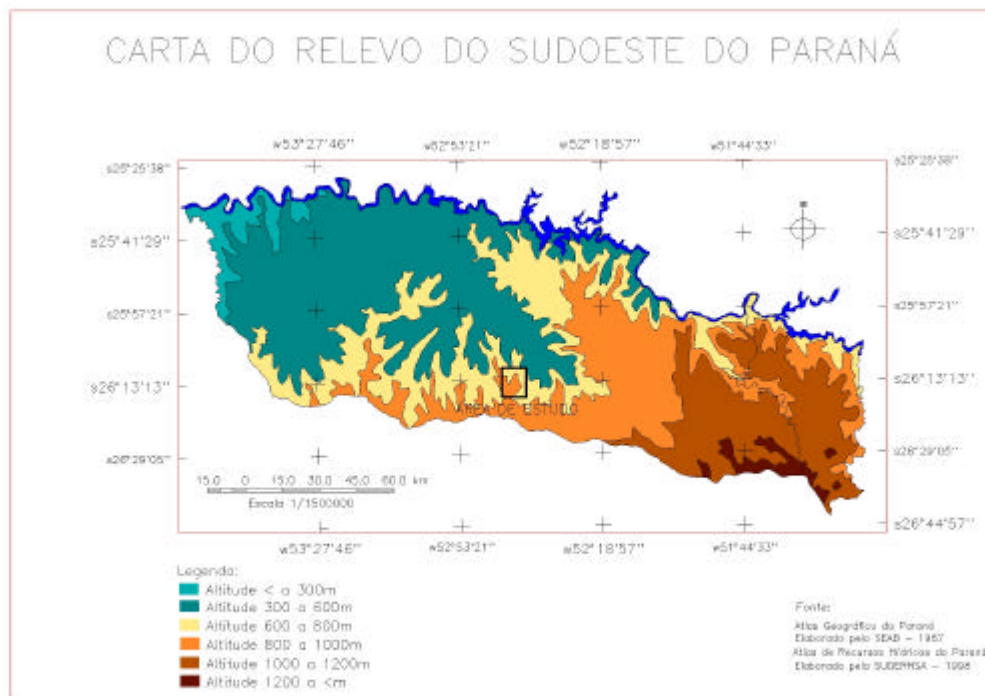
Figura 5: Carta dos Recursos Hídricos do Sudoeste do Paraná



Fonte: Atlas Geográfico do Paraná, 1998.

O relevo de Pato Branco, assim como em toda a região, sudoeste do Paraná, apresenta como característica básica, a declividade; a partir da divisa com o Estado de Santa Catarina, as altitudes descem no sentido norte (rio Iguaçu), a cidade de Pato Branco apresenta a amplitude de altitudes entre 700 e 860 metros. Sua influência tem estreita relação com a cobertura florestal da mata das araucárias que ocupa terras situadas acima dos 400 metros de altitude, distribuídas conforme figura 6.

Figura 6: Carta do Relevo do Sudoeste do Paraná



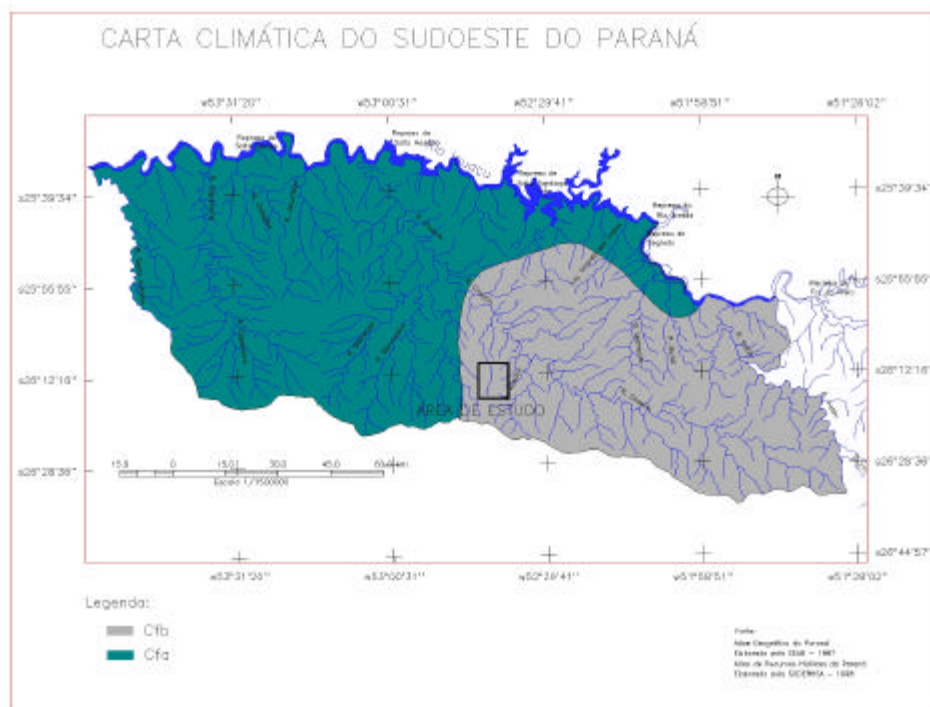
Fonte: Atlas Geográfico do Paraná, 1998.

A forma geológica, data da Era Mesozóica, quando toda a parte oeste do Paraná foi coberta por grandes derrames vulcânicos de lavas negras, denominados basaltos. A hidrografia em todo o Estado do Paraná, apresenta uma densa e perene rede hídrica. Pertence, a esta rede, a bacia hidrográfica do rio Iguaçu, tendo como sub-bacia a do rio Chopim, e ainda as sub-bacias do rio Ligeiro, rio Vitorino e rio Pato Branco. Entre estes, é na bacia do rio Ligeiro que está inserida a maior parte da área urbana da sede do município de Pato Branco.

O solo, há predomínio do latossolo roxo (argiloso), desenvolvido em rochas magmáticas. Em linhas gerais, é um solo profundo, bem desenvolvido, onde destaca-se sua fertilidade natural.

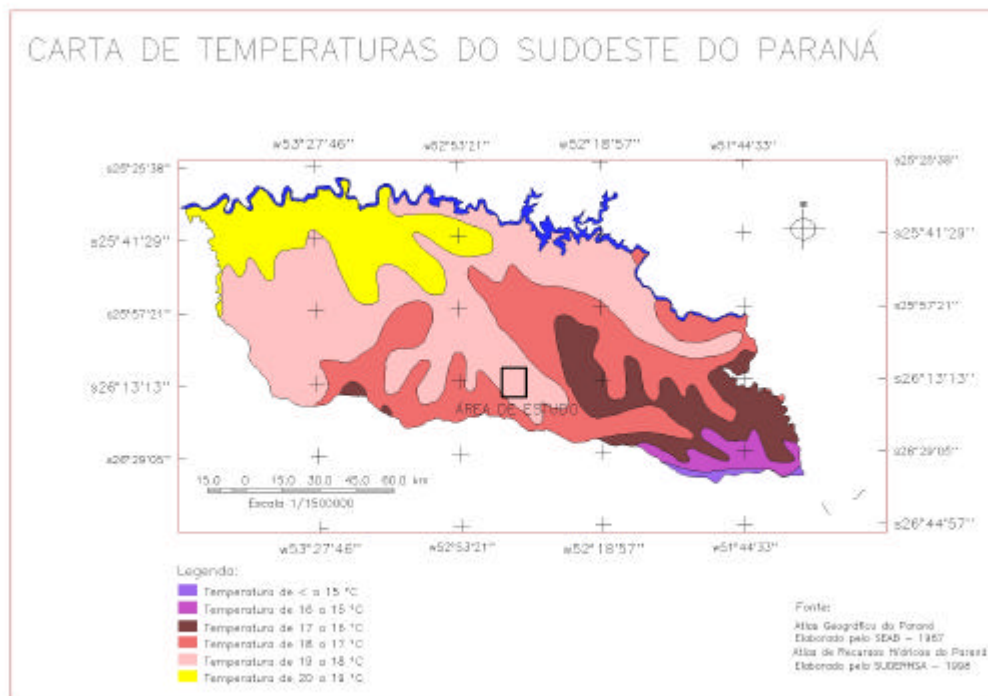
O clima, conforme foi classificado por Wladimir Koeppen, “Cfb” – clima mesotérmico, subtropical úmido sem estação seca, com verão quente (temperatura do mês mais quente, abaixo de 22°C e do mês mais frio abaixo de 18°C). Com pluviosidade anual entre 1.800 a 1.900 mm, conforme carta climática figura da figura 7, 8 e 9.

Figura 7: Carta Climática do Sudoeste do Paraná



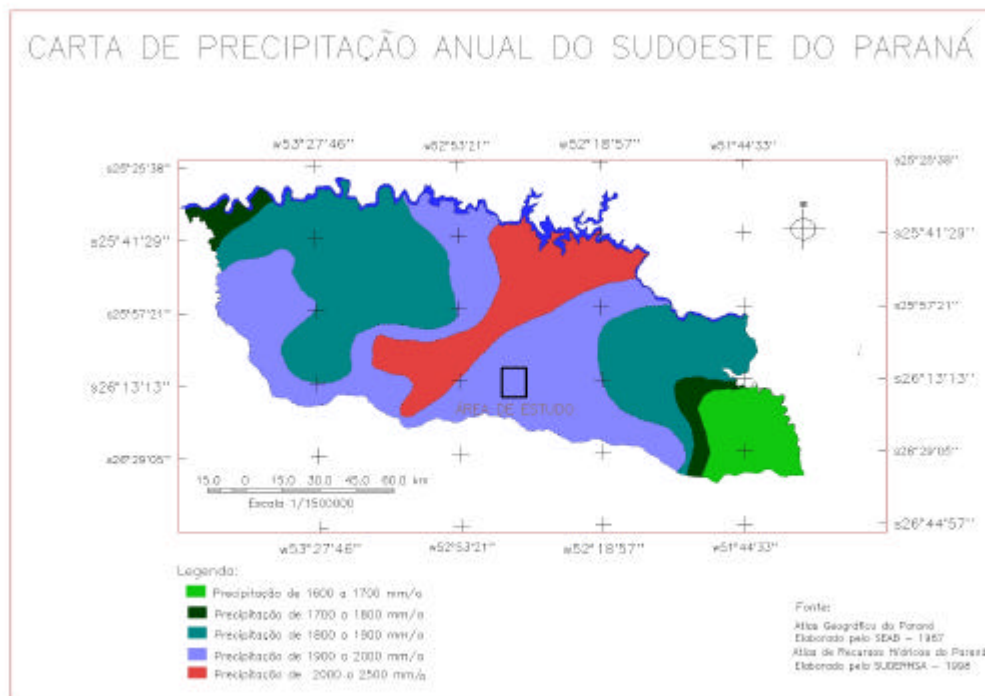
Fonte: Atlas Geográfico do Paraná, 1998.

Figura 8: Carta de Temperaturas do Sudoeste do Paraná



Fonte: Atlas Geográfico do Paraná, 1998.

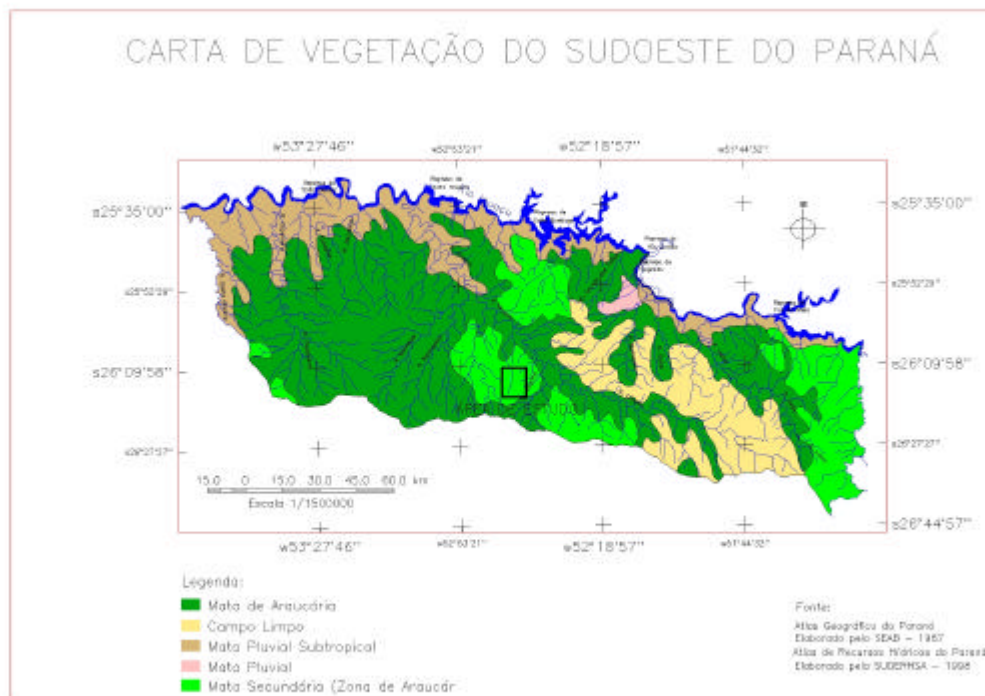
Figura 9: Carta de Precipitação Anual do Sudoeste do Paraná



Fonte: Atlas Geográfico do Paraná, 1998.

A vegetação, como reflexo do conjunto de fatores naturais, notadamente a altitude, clima e formação pedológica, é formada pela mata de araucária, cuja árvore, a "Araucária Angustifolia", conhecida como símbolo do Estado do Paraná, se associa a outras espécies como a imbuia e a erva-mate, dentre outras espécies (PARANÁ/ATLAS, 1987), distribuídas conforme figura 10.

Figura 10: Carta de Vegetação Sudoeste do Paraná



Fonte: Atlas Geográfico do Paraná, 1998.

3.4 Evolução Histórica de Pato Branco/PR

É inquestionável que existam antecedentes históricos que vêm desde o período da colonização e influenciam o processo de ocupação humana, tanto no que se refere ao desenvolvimento econômico e social do local, como na conseqüente estrutura urbana, na sua ocorrência temporal e do espaço geográfico.

Assim, os registros históricos nos revelam os principais passos da evolução da cidade de Pato Branco/PR.

No PARANÁ/ATLAS (1987) pode-se observar que, com a localização geográfica da região junto à fronteira do Brasil com a Argentina, tem-se como referência a incursão dos bandeirantes paulistas, no século XVII, fixando-se os pontos extremos das posses disputadas entre Portugal e Espanha.

Os primeiros reconhecimentos do território onde hoje se desenvolvem os municípios do sudoeste paranaense prendem-se às expedições exploratórias dos anos de 1768 a 1772 determinadas pelo então governador da província de São Paulo.

As primeiras expedições com a penetração de homens brancos na região em que se situa o município de Pato Branco datam de 1839, quando uma expedição (Pedro Siqueira Cortes) vinda de Curitiba, descobriu os Campos de Palmas, criando então, o primeiro município (mãe) Palmas, que abrangia toda a região sudoeste (PR).

Muitos anos após, com o povoamento, desmembrou-se o município de Clevelândia, que por sua vez deu origem a vários outros, dentre eles, o município de Pato Branco.

PALMA apresenta uma descrição da história em sua obra “A Verdadeira História de Pato Branco” reunida em sextilhas, onde se pode perceber alguns fatos relacionados os primeiros passos dos desbravadores, que serão citados em partes:

“Não havia fronteiras nesse território.

Imaginava-se... um marco divisório...

Quem chegava da terra se apossava

E como quem construísse um altar

Erguia logo uma cabana elementar
E proclamava: 'Aqui é meu lugar!'.

Quem chegava era o desbravador,
Em lombo de animarias e carroça.
Ele era o livre empreendedor.
Queria paz, trabalho, fazer roça
Elementar para o próprio sustento,
Eis que essencial é o alimento.

Naquele tempo de entradas no sertão
Marcou presença o catarinense irmão.
Catarinenses e gaúchos aqui irmanados
(esquecendo territórios contestados)
Foram unidos numa só fileira
E hastearam uma única bandeira". (PALMA, 2000, p.19)

Segundo o PARANÁ/ATLAS (1987, p.04), quanto à instalação dos municípios no Estado do Paraná: "O terceiro período, o mais recente, a partir da década de 50, representa a conquista do Oeste e Sudoeste, na porção meridional do Terceiro Planalto, onde encontram-se os municípios de Pato Branco, ...". Criado pela Lei nº 790, de 30 de outubro de 1951, desmembrado do município de Clevelândia, instalado em 14 de dezembro de 1952.

Como de costume uma cidade, quando tem origem espontânea, começa como um povoado geralmente com denominação de vila. Neste caso “Vila Nova”, iniciou-se com o movimento migratório ligado ao final do episódio histórico da “Guerra do Contestado”.

Com o veredicto presidencial em 1916, o presidente da República Wenceslau Braz, estabeleceu para essa região, como linha limítrofe entre Paraná e Santa Catarina, o divisor de águas entre as bacias dos rios Uruguai e Iguaçu.

VOLTOLINI (1996, p.32-33) salienta que, “para receber parte deste contingente de insatisfeitos que, por vários motivos não queriam ficar em território catarinense, o Governo do Estado do Paraná, criou em 1918, a Colônia de Bom Retiro, no sudoeste...”

Pretendia-se fazer a medição e distribuição das terras, e os lotes seriam vendidos aos ocupantes; porém, o surto migratório fez com que muitas áreas fossem aleatoriamente ocupadas, imperando a forma de “posse” da terra sobre a titulação oficial.

O autor relata que:

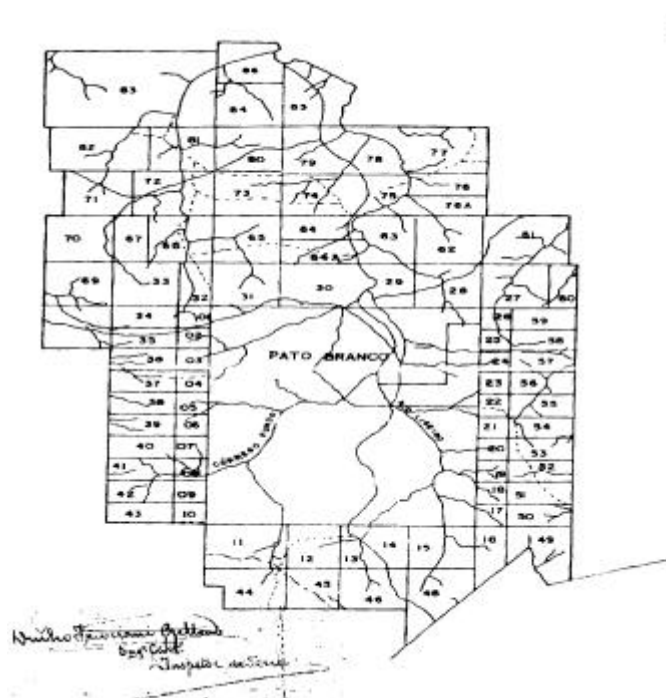
“Somaram-se a estas, também pessoas principalmente do Rio Grande do Sul, para fugir das perseguições políticas, também de Clevelândia e Palmas. O local pré-determinado para sede da colônia, junto ao rio Pato Branco, foi gradativamente sendo preterido, preferindo os migrantes e os próprios moradores as terras do interior, fixando-se preferencialmente na cabeceira do rio Ligeiro (...) começou a se formar um agrupamento de ocupação que, para distingui-lo do original do rio

Pato Branco, passaram a chamá-lo de Vila Nova” (VOLTOLINI, 1996, p.33-34).

Com a presença do engenheiro Francisco Gutierrez Beltrão, que veio a residir em Clevelândia com o objetivo de medir as terras de Bom Retiro, estabeleceu-se o primeiro perímetro urbano, o que deu início à cidade de Pato Branco.

Apresenta-se a seguir, um *croquis* do Núcleo Bom Retiro contendo lotes rurais, e um retângulo com 750 hectares, destinado ao quadro urbano de Vila Nova, atual Pato Branco.

Figura 11: Primeiro perímetro urbano previsto no período da colonização da região



Fonte: VOLTOLINI, 1996, p.208-9.

Conforme VOLTOLINI, este *croquis* refere-se ao Primeiro Perímetro Urbano de Pato Branco, assinado pelo eng. civil Duílio Trevisani Beltrão – inspetor agrário, que segundo registros históricos apresentam:

“(...) em 1932, com a instalação da 6ª Inspetoria de Terras, é que os trabalhos de medição foram executados com base em projetos mais ousados, amplos e definitivos(...). O retângulo inicial que lhe fora destinado, com área de 750 hectares, seria simetricamente traçado com ruas e avenida central sul-norte, ao longo do curso do rio Ligeiro, com transversais leste-oeste, formando quadras regulares. Um projeto bem arquitetado, aplicado especificamente à singular topografia de Vila Nova. (...) a Prefeitura Municipal embarcou o projeto urbanístico de Vila Nova, desautorizando Dr. Duílio a promover qualquer mudança no aspecto da vila. Isso era competência da administração municipal e não do Estado! O projeto foi para a gaveta, enquanto a vila crescia desordenada ao longo de estradas e trilhas improvisadas. (...) retornou porém, à gaveta, para vir a público somente uns 13 anos depois, saindo do papel(...). Estava se concretizando, em parte, o plano urbanístico(...)” (VOLTOLINI, 1996, p.206-7).

Uma particularidade deste projeto é que as ruas que figuravam no primeiro traçado urbano levaram nomes indígenas, homenageando os primeiros donos das terras: os índios. Isto também, motivado pela luta do particular amigo Marechal Cândido Rondon.

E a origem do nome dado à cidade e, posteriormente, ao município foi aliado à chegada de um ramal do telégrafo que se encontrava junto ao rio Pato Branco, estabelecendo-se assim, a associação da referência nominal do local sem a citação do rio, tornando-se conhecida como sempre foi para as demais localidades através do meio de comunicação, “Pato Branco” se sobrepôs a até então denominada “Vila Nova”.

Este crescimento tornou a cidade de Pato Branco/PR maior e mais expressiva no contexto regional, que as cidades dos municípios das quais se originou por desmembramento (primeiro Palmas e, mais tarde, Clevelândia), apresentando uma expansão muito superior às cidades vizinhas da região, aliada a um planejamento modesto na ocupação do espaço, assim como, na estreita visão do futuro da área urbana como um todo.

3.5 Origem do Município de Pato Branco/PR

PALMA, de forma poética, referencia através de seus versos em breves palavras um relato do transcurso para autonomia municipal de Pato Branco:

“Finalmente, em nosso simples calendário

Pato Branco disse adeus ao berçário:

Alcançamos a desejada autonomia!

Em meio a muita festa e alegria

Galgamos o foro de cidade...

Chegava, enfim, a maioria!

O vilarejo foi aos poucos se ampliando.

No vale central nascendo o casario.

A sociedade passo a passo plantando

Os alicerces de seu futuro poderio.

Vila Nova e bom retiro ficaram na lembrança:

Nascia no Pato Branco a fase da abastança! (PALMA, 2000, p.21).

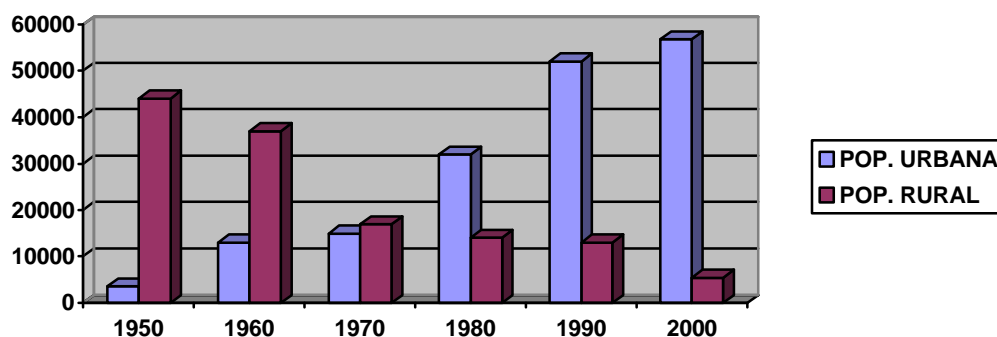
Criado pela lei Estadual nº 790, de 30 de outubro de 1951, Pato Branco foi elevado à categoria de Município, desmembrando-se do Município de Clevelândia, sendo instalado no dia 14 de dezembro de 1952. Este, por sua vez, já cedeu parte do seu território original para a formação de seis novos municípios, permanecendo, atualmente, com a área de 539,1 km² de extensão municipal.

Apresentou uma constante movimentação demográfica, no decorrer das décadas de 1950 ao ano 2000, motivada por vários fatores e movimentos socioeconômicos como: a mecanização da produção agrícola e o êxodo rural, mudanças dos modos de produção, com a oferta de emprego no setor industrial e comercial, crescimento vegetativo da população, aliada à melhoria das condições de higiene, medicina e saúde, as migrações, entre outros.

Verifica-se, então, o comportamento da população a partir da criação do município, quanto ao nível de distribuição dos habitantes entre o meio rural e o urbano, sempre tomando como referência a sede do município e a zona rural

de cada época. Pode-se perceber como foi esta distribuição em cinco décadas conforme a figura 12.

Figura 12: Distribuição da população de Pato Branco/PR, urbana e rural de 1950 a 2000



Fonte: Dados Estatísticos dos Censos do IBGE, 2001.(www.ibge.gov.br) Org.: SCHWARZ, W.

Analisando a figura acima, fica evidente a grande movimentação da população, assim como a acentuada diferença entre os ocupantes do meio rural e urbano no início e no final do período, que se inverteu praticamente na mesma proporção na taxa de ocupação das respectivas áreas no último percurso.

Considerando fatores determinantes a cada década, salienta-se na primeira década (50) a economia local com prevalência da agropecuária de subsistência e a escassez de empregos.

Nos anos 60, percebe-se um sensível aumento da população urbana, dado ao deslocamento de pessoas do meio rural para o urbano, e a significativa redução da população rural no final deste período, devido ao fato

do município perder grande parte de seu território para a criação novos municípios.

Na década de 70, continuou o processo de urbanização que já havia sido deflagrado, ocorrendo, efetivamente, a inversão da predominância na fixação da população ao meio rural e urbano, tendo, a cidade em estudo, recebido não só parte de sua população rural, como também, pessoas vindas da região, e de outros Estados do país.

Observa-se ainda que essa década iniciou com sua população absoluta significativamente reduzida, vindo associada à redução de sua área territorial ocorrida no final da década anterior.

Logo na década de 80, fica mais evidente uma quase estabilização da população rural que vinha decrescendo nos períodos anteriores, porém, sem interromper o crescimento urbano. Este se manteve elevado tanto pela emigração de contingente de diversas origens, como pelo grande crescimento vegetativo.

Finalmente, na década de 90, o meio urbano, que já havia se tornado absoluto no abrigo das populações nas décadas anteriores, continuou crescendo, agora também pela absoluta e irreversível concentração das atividades econômicas e sócio culturais, chegando a 91,27% a população urbana neste município no ano de 2000.

3.6 O Crescimento Urbano de Pato Branco/PR

A urbanização de Pato Branco é o resultado da combinação de um conjunto de acontecimentos relativos a interesses internacionais, primeiramente, com a exploração e comércio de erva-mate, principalmente com a Argentina; à exportação da madeira do pinheiro araucária; à introdução da agricultura e pecuária comercial nacionais, como a ocupação da faixa de fronteira no sudoeste do Estado do Paraná com a República Argentina; à acomodação de moradores insatisfeitos na definição da divisa entre o Estado do Paraná e Santa Catarina para resolução da questão da “Guerra do Contestado”; à regularização fundiária com a colonização e venda das terras devolutas por companhias colonizadoras; ao crescimento econômico regional e do Estado, desenvolvendo estruturas que ligassem a região ao meio sócioeconômico e cultural dos grandes centros urbanos e industriais, visando gerar o progresso de vários setores da economia, tais como o comércio, indústria e agricultura; à educação que alcança atualmente várias instituições e cursos a nível de graduação e pós-graduação; à saúde com centros hospitalares e de tratamento médico, também com várias especializações, que funcionam como facilitadores da vida para população regional (Sudoeste do Paraná e Noroeste de Santa Catarina), em cuja área a inter-relação é mais intensa, sendo fatores importantes a evolução histórica deste centro urbano da região.

Como cada época impôs seu ritmo, a urbanização nas primeiras décadas foi relativamente lenta até o final dos anos 60. Então, a partir desta época a urbanização ganhou uma nova dinâmica.

CARDOSO expõe que:

“O processo de urbanização de Pato Branco começou a adquirir vulto sociodemográfico a partir da década de 70, e particularmente no decênio 80-90, quando o crescimento demográfico se apresentou bastante elevado. (...) década de 70 teve sua causa no êxodo rural principalmente, (...). Na década de 80, o crescimento demográfico pode ser considerada natural, visto que a população rural permaneceu em número estável, e o avanço da medicina aliado ao saneamento básico, proporcionou melhores condições de vida para as populações urbanas” (CARDOSO, 1991, p.11).

É evidente que todos os elementos do processo histórico podem e devem ser considerados na evolução do desenvolvimento urbano, porém, as características assumidas pelo povoamento e a ocupação do espaço urbano com sua estrutura, obedeceram à dinâmica imposta pela força do meio produtivo.

3.7 O Planejamento Urbano em Pato Branco/PR

Tem-se como referência do registro histórico do planejamento urbanístico, o *croquis* do primeiro perímetro urbano de Pato Branco, feito pelo eng. civil Duílio Trevisani Beltrão na década de 30 (anteriormente apresentado), com a instalação da 6ª Inspetoria de Terras.

Com área de 750 hectares, um projeto ousado, amplo e definitivo seria simetricamente traçado com ruas e avenida central sul-norte, ao longo do curso do rio Ligeiro, com transversais leste-oeste, formando quadras regulares e aplicado, especificamente, à singular topografia de Vila Nova (Pato Branco).

Nas últimas décadas a urbanização vem sendo orientada principalmente pela legislação municipal, verificando-se leis que tratam sobre: Loteamentos, Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo, Código de Posturas, Código de Obras que fixa o Perímetro Urbano.

A Lei Municipal nº 331 de 28/12/78, dispõe sobre loteamentos e outras providências. “Se destina a disciplinar os projetos de arruamentos, loteamentos, desmembramentos e incorporações de terrenos no município de Pato Branco”.

A Lei Municipal nº 975 de 02/10/90, dispõe sobre o Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo do Perímetro Urbano da sede do Município de Pato Branco e tem por objetivos:

- I – Estabelecer critérios para racionalização do solo urbano;

II – Prever e controlar densidades de uso e ocupação do solo, como medida institucional de gestão da cidade e de oferta de serviços públicos compatíveis;

III – Harmonizar a implantação de atividades e usos diferentes entre si, mas complementares, dentro de porções homogêneas do espaço urbano.

A Lei Municipal 959/90 de 21/08/90, institui o Código de Obras do Município de Pato Branco e dá outras providências. “Este Código disciplina, regula e estabelece normas para execução de obras na circunscrição do Município de Pato Branco”.

A Lei Municipal Nº 321 de 25/10/78 dispõe sobre o Código de Posturas do Município e dá outras providências.

“Este Código contém medidas de Política Administrativa a cargo da Prefeitura em matéria de higiene, de segurança, ordem e costume públicos, institui normas disciplinadoras ao funcionamento dos estabelecimentos industriais, comerciais e prestadoras de serviços, tratamento da propriedade dos logradouros e bens públicos, estatui as necessárias relações jurídicas entre o Poder Público e os Municípios, visando a disciplinar o uso e gozo dos direitos individuais e do Bem Estar Geral” (Lei Municipal de Pato Branco/PR, nº 321/78).

O Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, pela exigência da Constituição Brasileira em seu artigo 182, §1º, dispõe sobre a exigência de Plano Diretor para as cidades com mais de 20.000 habitantes; veio contribuir

para a sua formulação e como um elemento importante do planejamento urbano de Pato Branco, tornando-se uma ferramenta que soma vantagens qualitativas ao crescimento e desenvolvimento das médias e grandes cidades.

4 METODOLOGIA UTILIZADA

4.1 Introdução

Neste capítulo da metodologia utilizada é que demonstramos as técnicas de Sensoriamento Remoto aplicadas no monitoramento da expansão de área urbana.

Para a comprovação da operacionalidade da metodologia apresentada, com viabilidade e eficiência, efetuou-se uma aplicação na área urbana da sede do Município de Pato Branco/PR.

4.2 Material

Dos materiais utilizados no desenvolvimento do presente trabalho, são principalmente produtos de Sensoriamento Remoto (fotografias aéreas e imagem de satélite), documentos cartográficos e equipamentos.

4.2.1 Fotografias aéreas

Foram utilizadas as fotografias aéreas verticais pancromáticas referentes ao aerolevante executado em 1952, pela empresa Serviços

Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A., referente à cobertura aerofotogramétrica do Estado do Paraná, na Escala nominal 1:25.000, fotos nº 26882, 26883, 33814, 33815 (Fonte: IAP); fotografias aéreas verticais pancromáticas referente ao aerolevanteamento executado em maio 1963, pela empresa Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A. referente à cobertura aerofotogramétrica do Estado do Paraná, na Escala nominal 1:70.000, fotos nº s 1453,1454 e 1455 (Fonte: IAP); fotografias aéreas verticais pancromáticas referente ao aerolevanteamento executado em 1976, pela empresa Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A. referente à cobertura aerofotogramétrica do Estado do Paraná, na Escala nominal 1:70.000 (Fonte: IAP); fotos da cobertura aerofotogramétrico de 1980, também do Serviço Aerofotogramétrico Cruzeiro S.A., referente à cobertura aerofotogramétrica do Estado do Paraná, na Escala nominal 1:25.000 – fotos nº s. 34591 a 34593, 34558 a 34561, 34385 a 34387 e mosaico (Fonte: IAP); E foto aérea nº 0549 (mosaico), na Escala nominal 1:8.000 referente vôo de novembro de 1996, Projeto “PARANÁ CIDADE” do Governo de Estado do Paraná (Fonte: Prefeitura do Município de Pato Branco).

4.2.2 Imagem de satélite

Foi usada a imagem orbital, imagem digital do satélite *LANDSAT*, órbita/ponto: 222 - 078, sensor TM, Data da passagem 25/06/00, Bandas 3R, G4, 5B.

4.2.3 Documentos Cartográficos Utilizados

Para o apoio da interpretação e identificação dos diversos alvos observados nas fotografias aéreas e na imagem de satélite e para a elaboração do mapa base foram utilizadas os seguintes documentos cartográficos:

- Mapa Digital planialtimétrico da cidade de Pato Branco, confeccionado com base nas fotografias aéreas verticais pancromáticas do ano de 1996, do serviço aerofotogramétrico executado pelo Governo do Estado do Paraná através do “Programa PARANÁ CIDADE”;

- Carta topográfica - Folha: Pato Branco – SG.22-Y-A-III-2, elaborado pelo Ministério do Exército – escala 1:50.000, ano 1981;

- Atlas do Estado do Paraná: Situação Geográfica, Instalação de Municípios, Geologia, Relevo, Geomorfologia, hidrografia, Solos, Clima, Vegetação, Evolução Histórica e Urbanização. Elaborado pelo: Estado do Paraná - Instituto de Terras, Cartografia e Florestas e Universidade Federal do Paraná – Curitiba 1987;

- *Croquis* do 1º Perímetro Urbano da cidade de Pato Branco, elaborado pelo Eng.º. Duílio Trevisani Beltrão da década de 30 (1932), reproduzido no Livro RETORNO: Origens de Pato Branco 1996.

- Carta Imagem de Satélite CD-R (Digital) – Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Paraná – Curitiba 2000.

4.2.4 Equipamentos Envolvidos

Para realização dos trabalhos de fotointerpretação utilizou-se estereoscópio de espelhos marca Carl Zeis, estereoscópio de bolso marca DFV, mesa de luz.

Para o ajuste de contrastes da imagem utilizou-se o “Software” *Spring* 3.5.1 do INPE. Composto basicamente por um microcomputador e seus periféricos em uma unidade visualizadora de imagens composta de um “*Hardware*” especializado.

Na integração e saída dos dados espaciais utilizou-se o SIG (Sistema Geográfico de Informações), *SPRING* 3.5.1

O SIG é composto basicamente por um microcomputador e seus periféricos, um terminal gráfico composto de um “*hardware*” especializado e um monitor colorido, mapa digitalizado, além de “*software*” especializado.

4.3 Metodologia Adotada

A metodologia utilizada no desenvolvimento do trabalho, tal como é apresentada a seqüência de fases no fluxograma de trabalho (Figura 7), e compreende as seguintes etapas: reconhecimento de campo, aquisição e seleção dos materiais, geração do mapa-base, interpretação das fotografias aéreas e da imagem de satélite, transferência da imagem, registro da imagem, realce da imagem, classificação da imagem, agrupamento das classes da

fotointerpretação, transferência das informações para o mapa-base, geração dos mapas de expansão urbana, cálculo das áreas das classes e análise das alterações ocorridas na área de estudo.

4.3.1 Reconhecimento de campo

Nesta fase do trabalho, foi realizada a vistoria de campo para reconhecimento da área e das informações de superfície contidas nas imagens, as fotografias aéreas são confrontadas e aperfeiçoadas em detalhes, com o objetivo de aprofundar o conhecimento da área objeto de estudo. (Figuras 13, 14,15,16,17,18 e 19).

Figura 13: Fluxograma de Trabalho

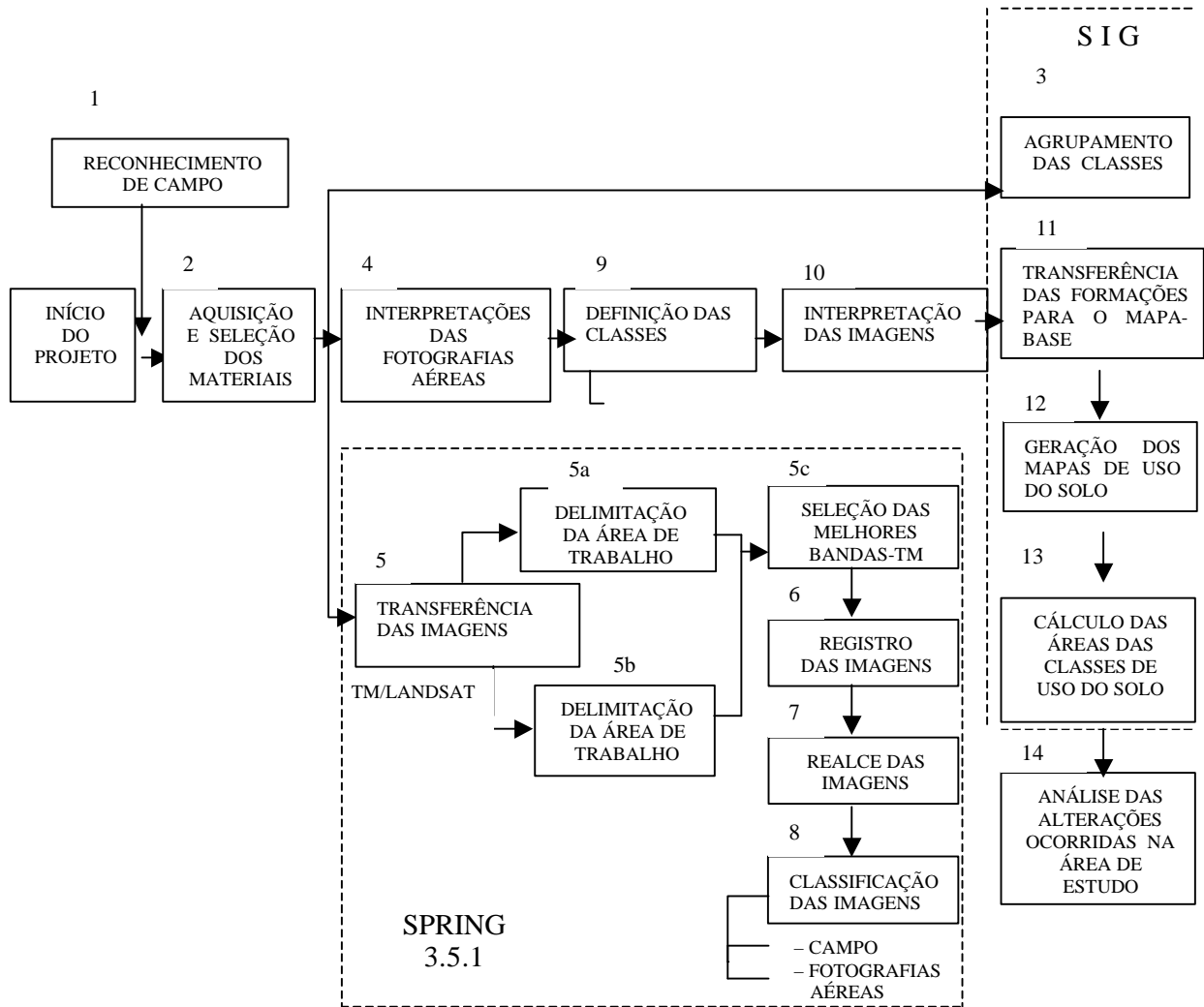


Figura 14: Vista parcial do centro da cidade com maior concentração de edificações



Fonte: Pesquisa de campo. Foto: Schwarz, W.

Figura 15: Bairro São João, situado em fundo de vale, na periferia da cidade, cercado por áreas agropastoris. Com alta concentração de residências por população de baixíssima renda, possui pouca infraestrutura urbana



Fonte: Pesquisa de campo. Foto: Schwarz, W..

Figura 16: Área urbanizada com ocupação mista de agroindústria, comércio, serviços, residências, chácaras, bosques e lotes



Fonte: Pesquisa de campo. Foto: Schwarz, W.

Figura 17: Vista parcial de uma área com baixo índice de ocupação ou de expansão urbana, separada por uma área de vegetação nativa de fundo de vale, de uma área densamente ocupada por conjunto habitacional (popular) com residências unifamiliares. Ao fundo destaca-se a movimentação de solo para o nivelamento de terreno em um parque industrial em formação



Fonte: Pesquisa de campo. Foto: Schwarz, W.

Figura 18 : Paisagem de entorno da cidade, onde se alternam as reentrâncias de áreas de ocupação urbana densa e de uso agropastoril e remanescentes florestais. Todos bem definidos neste setor



Fonte: Pesquisa de campo. Foto: Schwarz, W.

Figura 19: Área periférica de expansão urbana, com baixo índice de ocupação, vizinhando com áreas de pastagem (campo limpo e sujo) e, remanescentes florestais



Fonte: Pesquisa de campo. Foto: Schwarz, W.

Na vistoria de campo, percorreu-se todo o entorno da área e partes do seu interior, buscando o reconhecimento e localização de todas as possíveis variáveis nas fotografias aéreas, assinalando os aspectos de maior interesse, particularmente nas áreas de transição e ou fraca ocupação entre a área rural e urbana, de forma que esse conhecimento proporcionasse subsídios para a interpretação visual das fotografias aéreas e da imagem orbital.

4.3.2 Aquisição e seleção dos materiais

Com o intuito de coleta e seleção de materiais visitou-se diversas instituições, como por exemplo, Prefeitura Municipal de Pato Branco, Instituto Ambiental de Paraná, Secretaria de Estado do Meio Ambiente, SUREHMA, SANEPAR, COPEL, IBGE, entre outros, para aquisição de materiais. Além disso, foram adquiridas as imagens orbitais e o “Software” do INPE.

Na seqüência, foram selecionados os materiais mais importantes para esta pesquisa, que se encontram relacionados no subitem 4.2.

4.3.3 Geração do mapa-base

Para geração do mapa-base foram utilizados como referência as cartas topográficas elaboradas pelo Ministério do Exército, em escala 1:50.000, que serviram de base para a restituição das fotografias aéreas verticais

pancromáticas produzidas pelo Governo do Estado do Paraná, através do Programa “PARANÁ CIDADE”, no ano de 1996, em que todas as informações relevantes foram digitalizadas, gerando mapa planialtimétrico digital.

Este mapa-base apresenta as seguintes informações: limite do perímetro urbano, curvas de nível, ruas, rodovias, recursos hídricos, edificações, aeroporto, entre outros. Cada uma delas deu origem a um plano de informação: plano limite, plano altimetria, plano viário (ruas e rodovias), plano recursos hídricos, e assim sucessivamente.

4.3.4 Interpretação da imagem de satélite e das fotografias aéreas

Para a realização da interpretação das fotografias aéreas buscou-se o auxílio da visão estereoscópica, ampliação de imagem na tela do microcomputador, tendo como base os elementos convencionais de reconhecimento como: tonalidade, textura, forma, sombra, tamanho, padrão, localização e relação de aspectos, complementando-se com apoio de campo.

A interpretação das classes, bem como as chaves para a fotointerpretação apresentadas a seguir, foram estabelecidas pelos trabalhos de SANTOS (1986) e PEREIRA, KURKDJIAN e FOREST (1989) (*apud* FRANZONI, 1993).

A delimitação das classes foi feita sobre papel *polyester*, fixado sobre a foto, sendo que a interpretação foi realizada na área útil da fotografia. A

interpretação da imagem de satélite baseou-se na textura e tonalidade tendo como apoio os trabalhos de campo e das fotografias aéreas.

4.3.4.1 Definição das classes temáticas

Definiram-se, inicialmente, as seguintes classes de uso do solo:

- Área Urbanizada: área constituída com características próprias da urbanização que apresentam alta taxa de ocupação por edificações, jardins e arruamentos; e área apresentando baixo índice de ocupação por edificações e jardins, porém, com infra-estrutura de arruamentos e lotes vagos.

- Áreas de uso agropastoril e reservas naturais: espaços utilizados com diversas atividades agrícolas, de pastoreio, de reflorestamento e remanescentes de vegetação nativa em diversos estágios de desenvolvimento.

- Após a interpretação visual das fotografias e imagem orbital, realizou-se a vistoria de campo para checagem com a verdade terrestre, para confirmar as classes e esclarecer elementos duvidosos da interpretação.

4.3.5 Transferência das imagens

Descrevemos o procedimento utilizado para a imagem orbital do ano de (25/junho) 2000.

A imagem foi transferida para o disco do computador utilizando a função leitura do CD-R, implementada no sistema. O programa apresentou a imagem

na tela do monitor de imagem e procedeu-se, via cursor, à demarcação de uma área de trabalho que englobasse a área de estudo. Para tanto, fez-se uso do mapa do município de Pato Branco.

Analisadas visualmente as seis bandas espectrais das imagens foram selecionadas três (3) bandas mais relevantes que atendessem aos objetivos do trabalho, ou seja, banda 3,4,5. Banda 3 (visível), banda 4 (infravermelho próximo) banda 5 (infravermelho médio).

4.3.6 Registro das fotografias aéreas e imagem orbital

Feita a seleção dos recursos materiais mais adequados, passou-se à fase de registro da imagem.

O registro da imagem constitui-se na superposição das fotografias aéreas digitalizadas do ano de 1952 com o mapa base cartográfico, repetindo-se o procedimento para registro das fotografias dos anos seguintes de 1963, 1976, 1980, 1996 e Imagem LANDSAT do ano 2000, com o mesmo mapa, de tal forma que os pontos previamente selecionados coincidisse especialmente e, por consequência, ocorreria um ajuste de toda a área da foto com o mapa base.

A aplicação de opção registro foi feita em separado para cada uma das fotos e imagem obedecendo à seqüência abaixo:

- Escolha do tipo de processamento: neste item é definido o tipo de processamento desejado que, para o caso das fotos aéreas de 1952, é mapa

base x foto aérea e, assim também para as fotos aéreas de 1963, 1976, 1980, 1996 e a imagem orbital do ano 2000 é imagem x mapa base;

- Definição das imagens: este passo refere-se à montagem do arquivo descritor que contenha as várias imagens a serem ajustadas. Para o ajuste das fotos aéreas de 1952, foi tomada como referência o mapa planialtimétrico e este também serviu para o ajuste das fotos de 1963, 1976, 1980, 1996 e da imagem de 2000.

- Aquisição de pontos de controle na imagem: consiste na seleção de pares de pontos que devem ser passíveis de identificação precisa no mapa de referência e na imagem e ou foto a imagem a ser ajustada. Conforme FRANZONI (1993), a quantidade de pontos de controle, bem como a distribuição desses pontos, são parâmetros fundamentais para que se possam alcançar bons resultados no procedimento de registro. O número de pontos de controle é em função do grau do polinômio a ser utilizado que pode ser de graus 1 e 2, necessitando para o ajuste das imagens no mínimo 3 a 6 pontos, respectivamente, e de no máximo 32 pontos. Para o registro da foto de 1952, foram selecionados 12 pontos de controle; para as fotos de 1963, 15 pontos de controle; para as fotos de 1976, 17 pontos de controle; para o registro das fotos dos anos de 1980 e 1996 foram selecionados 30 pontos em cada uma; e para o registro da imagem orbital 2000 foram utilizados 30 pontos de controle.

- Geração das equações de mapeamento: esta função permite calcular os coeficientes da equação de mapeamento, utilizando o método dos mínimos quadrados. Seleciona-se o grau do polinômio a ser aplicado, bem como os pontos de controle a serem utilizados para a definição da equação de

mapeamento. Para ambas as imagens, foi selecionado o polinômio de grau 2 e utilizados para o cálculo de registro da foto 1952 com 12 pontos de controle; para as fotos de 1963, 15 pontos de controle; para as fotos de 1976, 17 pontos de controle; para a foto de 1980 e 1996 com 30 pontos de controle cada e, para registro a imagem 2000 com 30 pontos de controle;

- Criação da matriz de reamostragem: o sistema monta uma matriz dos pontos de controle considerados e aceitos para a realização do registro. Essa matriz refere-se a uma grade de pontos, através do qual as imagens se ajustam;

- Cálculo da precisão do sistema de registro: o programa calcula o erro médio quadrático em X (direção dos pontos da imagem) e em Y (direção das linhas), assim como o erro médio quadrático total para os pontos de controle utilizados e, também, para os não utilizados nas equações de mapeamento. Quando os pontos de controle excedem o valor mínimo, as equações são resolvidas por mínimos quadrados, havendo, geralmente, resíduos e erros médios quadráticos diferentes de zero;

- A aplicação do registro: feita a composição de todo o arquivo de registro, entra-se efetivamente na aplicação do ajuste das imagens, feito na tela ou disco do sistema.

4.3.7 Realce de contrastes nas imagens

A aplicação de técnica de realce de imagem tem como objetivo melhorar a qualidade das imagens sob os critérios subjetivos do olho humano. Considerando que a composição colorida escolhida apresentou baixo contraste entre seus diversos elementos, houve a necessidade da aplicação de técnicas de realce. Dessa forma, testou-se a técnica de filtragem espacial e a técnica de manipulação de contraste.

Entre as técnicas testadas, escolheu-se a manipulação de contraste por ter apresentado um efeito visual melhor na imagem.

Na execução do realce, obteve-se inicialmente o histograma dos níveis de cinza de cada banda. O histograma permitiu identificar o intervalo de valores de cinza que apresenta freqüências de ocorrência significativamente diferentes de zero. Após, foi aplicada uma transformação linear, de forma que o limite inferior desse intervalo passasse a ser zero e o limite superior assumisse o valor 255, com todos os níveis intermediários distribuídos de forma equidistante. A operação de realce realizada dessa forma faz com que se obtenha uma imagem com maior contraste.

4.3.8 Definição das classes da fotointerpretação

Com o resultado da análise das imagens, realizado o levantamento da verdade terrestre para confirmar as classes do mapeamento, durante a fotointerpretação foram revistas e definidas, como segue:

a) - Área Urbanizada, esta classe engloba as áreas construídas caracterizadas por edificações com alta taxa de ocupação, jardins e arruamento, e as áreas de solo exposto; ainda se considerou como área urbana, as construídas caracterizadas por edificações, jardins, arruamentos, solo exposto e lotes vagos, apresentando pequena taxa de ocupação.

b) – Área de uso agropastoril (rural), esta classe envolve as áreas de uso agropecuário, de culturas temporárias diversas e pastoreio; de reservas florestais remanescentes em diversos estágios de desenvolvimento e conservação como capoeira, capoeirão, mata secundária e mata primitiva.

4.3.9 Transferência das imagens orbitais para o mapa-base

O “*Software*” *SPRING 3.5.1* distribuído pelo INPE, é um sistema SIG. Desse modo, imagens do *SPRING 3.5.1* podem ser transferidas para o SIG, permitindo o cruzamento do SIG e esta poderá ser tratada separadamente das demais (BRANDELIZE, 1998, p.8).

O transporte das informações obtidas da interpretação das fotografias aéreas para o mapa-base, também ocorreu através do SIG, sendo que as classes reagrupadas de uso do solo foram digitalizadas.

4.3.10 Geração dos mapas Temáticos

Para a confecção do mapa da área urbana de 1953, utilizou-se como base o resultado da interpretação das fotografias aéreas e do apoio de campo, complementando-se com o auxílio de fotografias panorâmicas da paisagem, e documentação cartográfica existente, ajustadas ao mapa base digitalizado.

Para a elaboração do mapa da área urbana de 1963, usaram-se o mapa da área urbana de 1953 e o resultado da interpretação das fotografias aéreas de 1963, levando em consideração os dados e informações de campo, lançados sobre a base cartográfica (mapa base).

Para a elaboração do mapa da área urbana de 1976, foram aplicados o mapa da área urbana de 1963 e o resultado da interpretação das fotografias aéreas de 1976, levando em consideração os dados e informações de campo, lançados sobre a base cartográfica (mapa base).

Para a elaboração do mapa da área urbana de 1980, do mesmo modo, foram utilizados o mapa da área urbana de 1976 e o resultado da interpretação das fotografias aéreas de 1980, levando em consideração os dados e informações de campo, lançados sobre a base cartográfica (mapa base).

Para a elaboração do mapa da área urbana de 1996, foram utilizados o mapa da área urbana de 1980 e o resultado da interpretação das fotografias aéreas de 1996, levando-se em consideração os dados e informações de campo, lançados sobre a base cartográfica (mapa base).

O mapa da área urbana de 2000 foi elaborado de forma similar, envolvendo o mapa base criado a partir da restituição e digitalização das fotografias aéreas do ano de 1996, o mapa da área urbana de 1980, o resultado da classificação da imagem orbital de 2000, sua interpretação visual e o apoio da vistoria de campo.

Os mapas destas cinco épocas distintas foram gerados no SIG, sendo as classes digitalizadas e, posteriormente, aplicadas às funções gerar carta e plotar carta.

Para a fase de geração da carta, além da seleção dos planos de informações que compõem o mapa no formato de saída desejado, foram definidas as legendas (textos e dados colocados na moldura do mapa) e a escala.

4.3.11 Cálculo das áreas Temáticas

Utilizando-se a caixa de diálogo “medidas” foram calculadas as áreas dos polígonos representados em mapas temáticos por classe. Pelo método da contagem de pixel, o programa calcula a área das classes de uso do solo, tanto

da fotointerpretação como do resultado da classificação das imagens de satélite.

4.3.12 Análise do processo das alterações ocorridas na área de estudo

De posse dos mapas de uso do solo, que mostram o registro e a representação das modificações ocorridas na área, far-se-á uma análise dessas alterações. Entendendo que estas possam servir para uma discussão mais ampla, agregando-se outros dados e informações, servindo, desse modo, de subsídio à análise ambiental.

5 RESULTADOS

5.1 Análise

5.1.1 Considerações Iniciais

As informações coletadas através da interpretação dos produtos dos sistemas remotos de imageamento, como fotografias aéreas e imagens orbitais utilizadas crescentemente na interpretação genérica das formas de uso e ocupação da terra, podem não coincidir totalmente com esta definição. Esta tende, pois, a se identificar e situar-se verdadeiramente mais próxima aos aspectos sócioeconômicos e culturais dos usuários do espaço, pelo seu relacionamento no nível de domínio e afetação da natureza.

De modo geral, atualmente já existem registros e pré-conhecimento das principais atividades produtivas do homem, quanto à amplitude, diversidade, suas variações nas potencialidades e especialidades locais, regionais, da influência da sazonalidade, potencialidade dos recursos naturais (aspectos físicos e biológicos), nível de desenvolvimento econômico e cultural das regiões, o que subsidia o desenvolvimento de estudos e monitoramentos remotos no tempo e no espaço, atuando como uma excelente ferramenta para a finalidade e de grande confiabilidade.

A possibilidade da utilização do sensoriamento remoto como um instrumento para diversas finalidades e interesses, entre estes, no estudo do uso do espaço, que se tornou largamente empregado na investigação das

condições do presente, sob como os aspectos de evolução históricos e, também, para estimar cenários futuros.

Desta forma, dispondo do auxílio da evolução tecnológica de diversas áreas da ciência, estas receberam significativos investimentos, principalmente aquelas ligadas (inicialmente) a interesses militares dos países desenvolvidos, na captura de informações de amplas regiões e com apurado nível de detalhes. Desenvolveram equipamentos para coleta e interpretação de dados espaciais sendo fundamental, a informática e os satélites, atribuindo um caráter dinâmico na aquisição e manipulação de informações, proporcionando agilidade e precisão.

O sensoriamento remoto e geoprocessamento fazem parte das áreas da ciência que vêm se beneficiando de um processo de melhoria contínua da qualidade dos produtos finais, agregando importância ao uso.

As fotografias aéreas apresentam importantes registros dos aspectos da superfície terrestre, permitindo a observação remota de estados ambientais que, embora de forma genérica, oferecem condição para observação de eventos no espaço geográfico tais como: diferentes usos do solo (espaços), extensão e distribuição dos fenômenos.

A utilização das técnicas aerofotogramétricas obteve, inicialmente, maior propagação nos países desenvolvidos, dadas as condições tecnológicas de equipamentos necessários para a produção do material e que se associam à utilização. Porém, nas últimas décadas, difundiu-se a sua utilização em praticamente todos os países do mundo, servindo principalmente para a

elaboração de material cartográfico, estudos geográficos, indicadores ambientais e fenômenos socioeconômicos.

No Brasil, constatou-se, inicialmente, sua maior utilização na década de 60, em aperfeiçoamento da base cartográfica e no estudo dos recursos naturais. Foi um período em que a execução de serviços de aerolevanteamento eram controlados pelo Ministério da Guerra e os produtos tinham os seus usos reservados para instituições oficiais e credenciadas, ou seja, era proibida a divulgação.

Posteriormente na década de 70, com o advento dos satélites artificiais, surgiu o imageamento repetitivo, automatizando a geração e conseqüentemente, a atualização de dados espaciais de modo contínuo. Era realimentado freqüentemente com subsídios, os trabalhos de sensoriamento remoto, que vêm agregando importância ao geoprocessamento como um recurso em condições de uso contínuo atualizado e, inovado pelo aperfeiçoamento da resolução espacial, espectral e de novos equipamentos sensores.

Verifica-se que tanto fotografias aéreas de médias e grandes escalas, como as imagens orbitais, apresentam-se como excelentes produtos para utilização no estudo do espaço urbano, possuindo diferentes características qualitativas, mas que podem ser utilizadas de forma complementar.

5.2 A Interpretação Visual de Fotografias Aéreas

Para que se realize a interpretação visual de aspectos discriminantes de uso do solo em fotografias aéreas, é fundamental que estas apresentem escalas adequadas, ou seja, com grandes ou médias escalas. Neste estudo, utilizaram fotografias com escala aproximada 1:8.000, 1:25.000 e 1:70.000, que, segundo Audi, Moraes, OES, Rostom, Shaxson, Santos (*apud* FRANZONI, 1993), consideram comprovada sua compatibilidade com o trabalho proposto.

Na definição da legenda de acordo com a realidade da área e as possibilidades de classificação para os períodos de 1953, 1963, 1976, 1980, 1996 e 2000 utilizaram as seguintes classes: a) área urbana; b) agropastoril com remanescentes florestais.

As escalas das fotografias aéreas com o auxílio dos recursos próprios para fotointerpretação permitiram a identificação das classes: área urbanizada e de uso agropastoril, com nível de detalhe que fosse possível o estabelecimento das poligonais nas áreas limítrofes entre as classes, dentro da área de estudo.

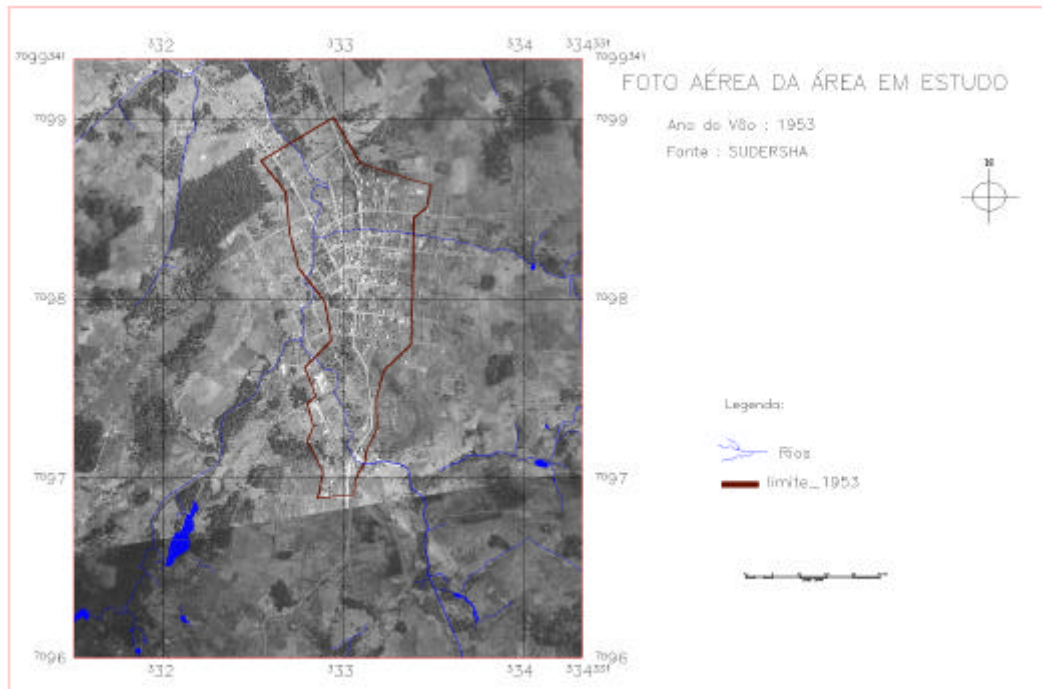
A classe área urbanizada não apresenta dificuldade de identificação, tendo em vista, haver nas fotografias e imagens, um claro contrastaste em relação a outros usos e, também, apresentar contornos regulares dos loteamentos, apresentando alternância de tons de claros, correspondente às edificações, arruamentos, solo exposto, e tons escuros correspondentes a

jardins, arborização de rua, árvores isoladas, sombras e encosta sombreadas e bosques com vegetação densa.

A classe de uso agropastoril, igualmente, não apresenta dificuldade na diferenciação em relação à classe anterior, caracteriza-se pela grande alternância de tonalidade de cinza com alternância de regiões, correspondente ao diversos usos do solo como: agricultura e pastagem com formatos irregulares, com textura lisa e tonalidade de cinza médio; reflorestamento com tons cinza escuro e textura aveludada; as áreas com remanescentes florestais ou cobertura arbórea, com formações de porte e densidade variável, apresentam textura rugosa caracterizada pela diferença do dossel da vegetação, tonalidade de cinza escuro.

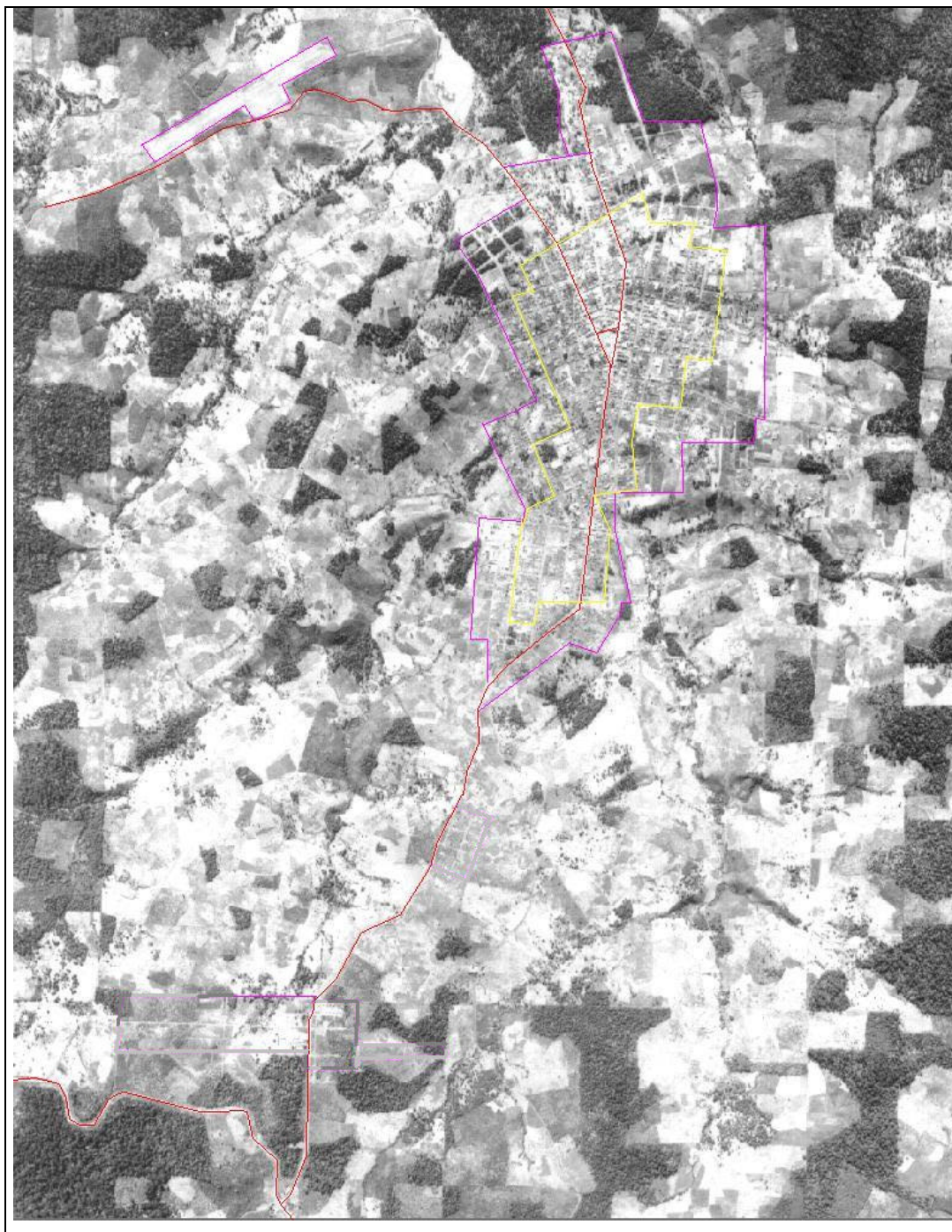
É importante considerar que as informações adquiridas pela fotointerpretação foram complementadas com vistoria de campo, fotos panorâmicas e da paisagem de diversas épocas, entrevistas e material cartográfico, tendo em vista que estamos trabalhando com material produzido no decorrer do período de cinco décadas.

Figura 20: Resultado da interpretação das fotografias aéreas de 1953



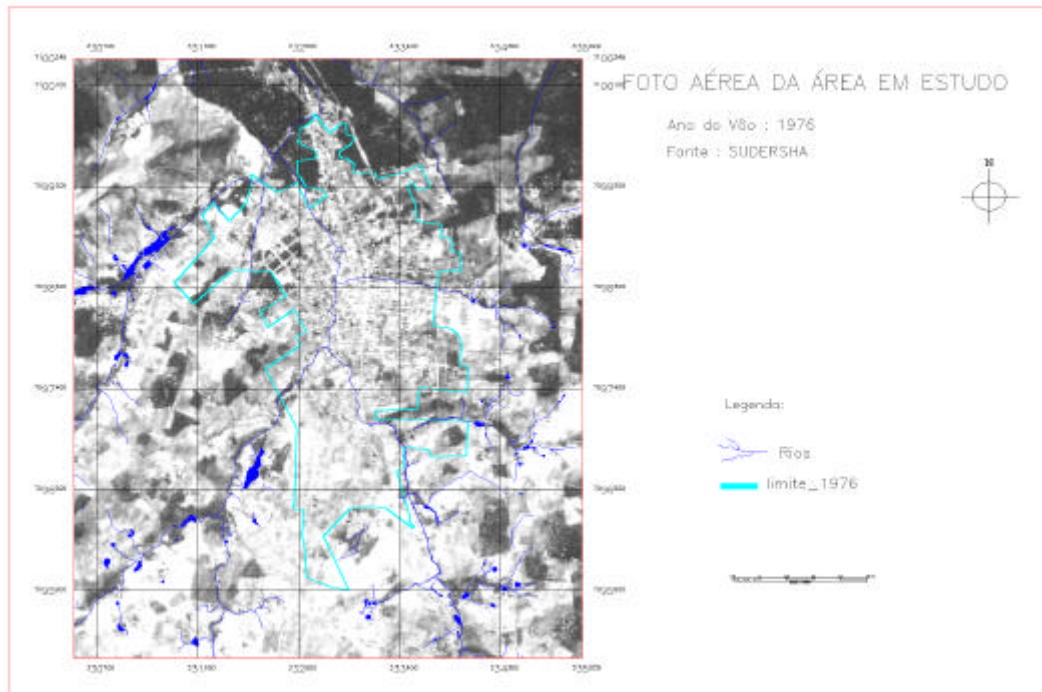
Fonte: SUDERHSA-PR.

Figura 21: Resultado da interpretação das fotografias aéreas de 1963



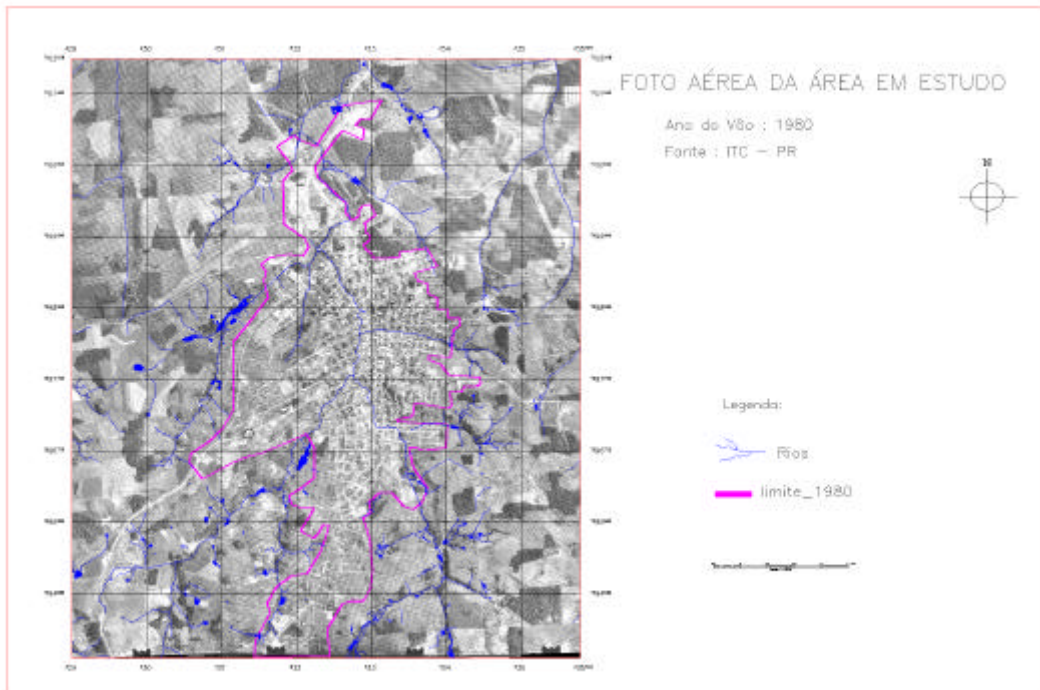
Fonte: SEMA-PR.

Figura 22: Resultado da interpretação das fotografias aéreas de 1976



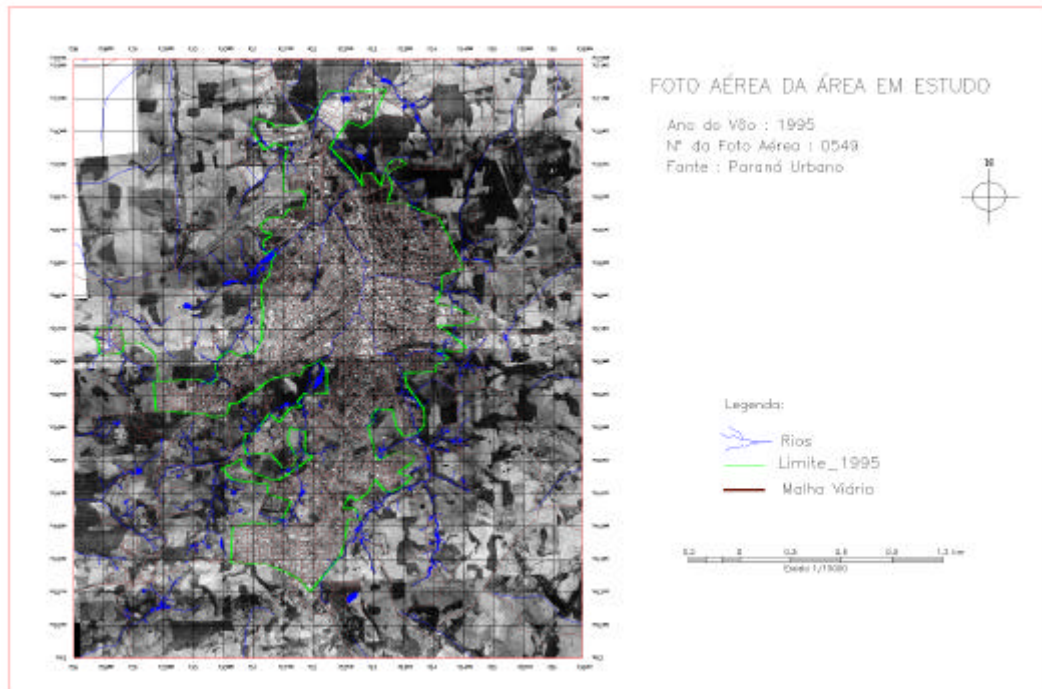
Fonte: SUDERHSA.

Figura 23: Resultado da interpretação das fotografias aéreas de 1980



Fonte: ITCF-PR

Figura 24: Resultado da interpretação das fotografias aéreas de 1996



Fonte: PARANÁ URBANO.

5.2.1 A interpretação visual da imagem LANDSAT-TM

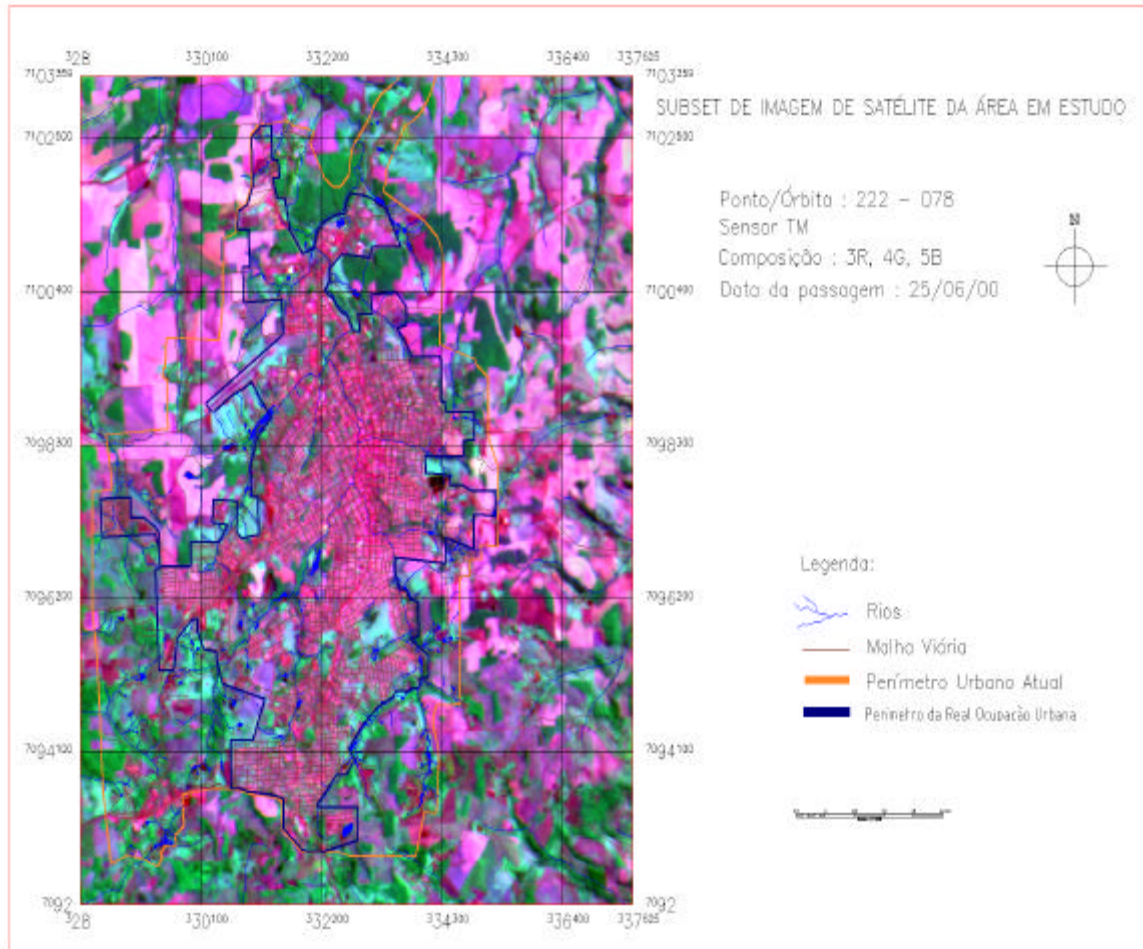
A imagem apresenta regiões temáticas definidas por polígonos, de diversas modalidades de usos do solo, gerados de forma automatizada pelos sistemas de sensores de imageamento. Analisaram-se visualmente as três bandas espectrais das imagens selecionadas, consideradas mais importantes, e que melhor atendem aos objetivos do trabalho, ou seja, banda 3, 4, e 5. Sendo a banda 3, da região espectral do visível; banda 4, da região de imageamento do infravermelho próximo; e banda 5, imagem feita pelo sensor

do infravermelho médio. Todas oferecem excelentes condições de interpretação das segmentações de interesse no estudo.

A classe área urbanizada apresenta uma área densamente urbanizada, representando principalmente áreas construídas de intenso uso residencial, comercial ou industrial, com a maior parte dos terrenos sendo coberta por edificações e vias pavimentadas, alguns lotes baldios, jardins, residências, praças. Esta classe de ocupação fica bem caracterizada na composição colorida, das bandas 3, 4 e 5, apresentando textura homogênea e cor avermelhada. Aparecendo nesta uma subclasse, incluída e/ou, não discriminada neste estudo, com as mesmas características da área urbana com baixo índice de ocupação.

A parte da área de estudo ocupada por atividades agropastoris e remanescentes florestais, apresenta várias subclasses relacionadas aos respectivos usos do solo no meio rural, embora não estejamos fazendo sua discriminação. Observam as classes que mais se destacam no imageamento: matas remanescentes em variadas dimensões, associadas a pequenas propriedades, matas ciliares, apresentando diferentes estágios de desenvolvimento e preservação; pastos limpos e pastos sujos, com clara diferenciação pelo sistema sensor. Os pastos sujos, com a associação de vegetação herbácea, se diferenciam dos campos limpos pela presença de formações arbustivas e sua fisionomia é muito variada; áreas de cultivo temporário apresentam poligonais de forma irregular, com diferentes intensidades espectrais relacionadas as diferentes culturas, ao estágio de desenvolvimento vegetativo ou manejo do solo pelo calendário agrícola.

Figura 25: Resultado da Interpretação composição colorida da imagem LANDSAT TM/5 de 2000 (Perímetro Urbano Oficial)

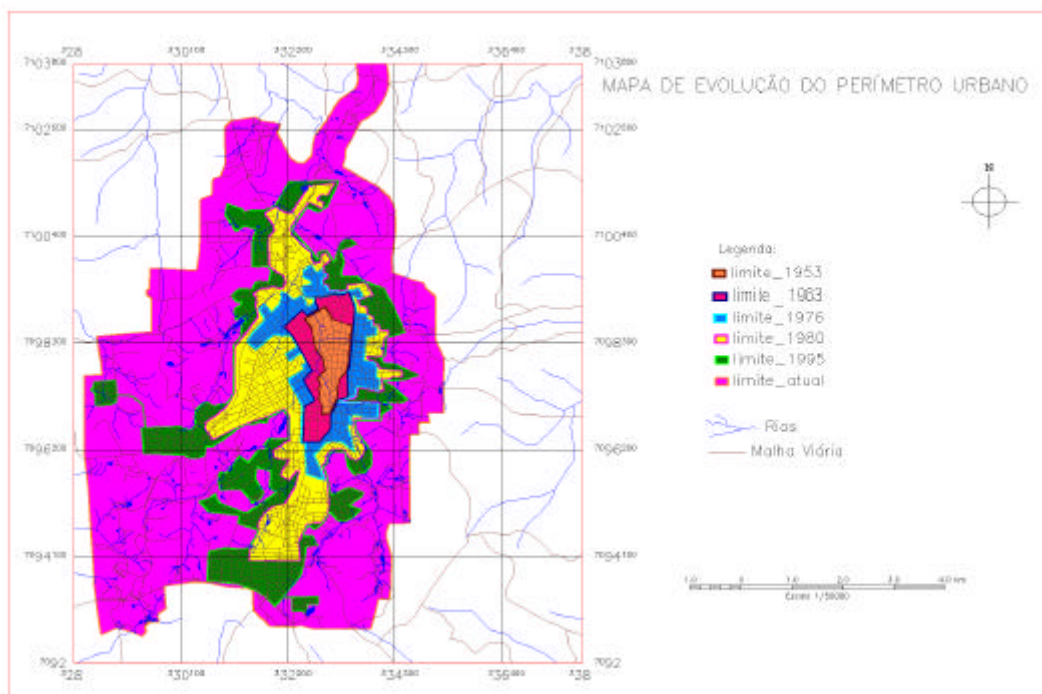


Fonte: Imagem Landsat e Município de Pato Branco.

Nesta fase da interpretação das fotografias aérea e imagem de satélite para a definição dos limites entre área urbana e rural, procurou-se identificar as áreas que verdadeiramente representassem ambas as situações nas respectivas épocas. A maior dificuldade foi encontrada na definição do entorno em algumas regiões da cidade, devido ao índice de ocupação que apresentam por características próprias da área urbana em expansão com a mescla de

atividades típicas das duas áreas, como: prolongamentos de ruas, residências, indústrias e comércio em diversos níveis e dispersão, sendo intercaladas com cultivos temporários, pastagens e bosques, comuns a ambos. Demonstrou-se, assim, que não existe coincidência absoluta entre o uso e ocupação urbana com o perímetro urbano legal e a área urbanizada pode apresentar alguma, embora pequena, variação de acordo com seu intérprete.

Figura 26: Resultado da análise das fotografias aéreas e imagem de satélite de: 53, 63, 76, 80, 96 e 2000



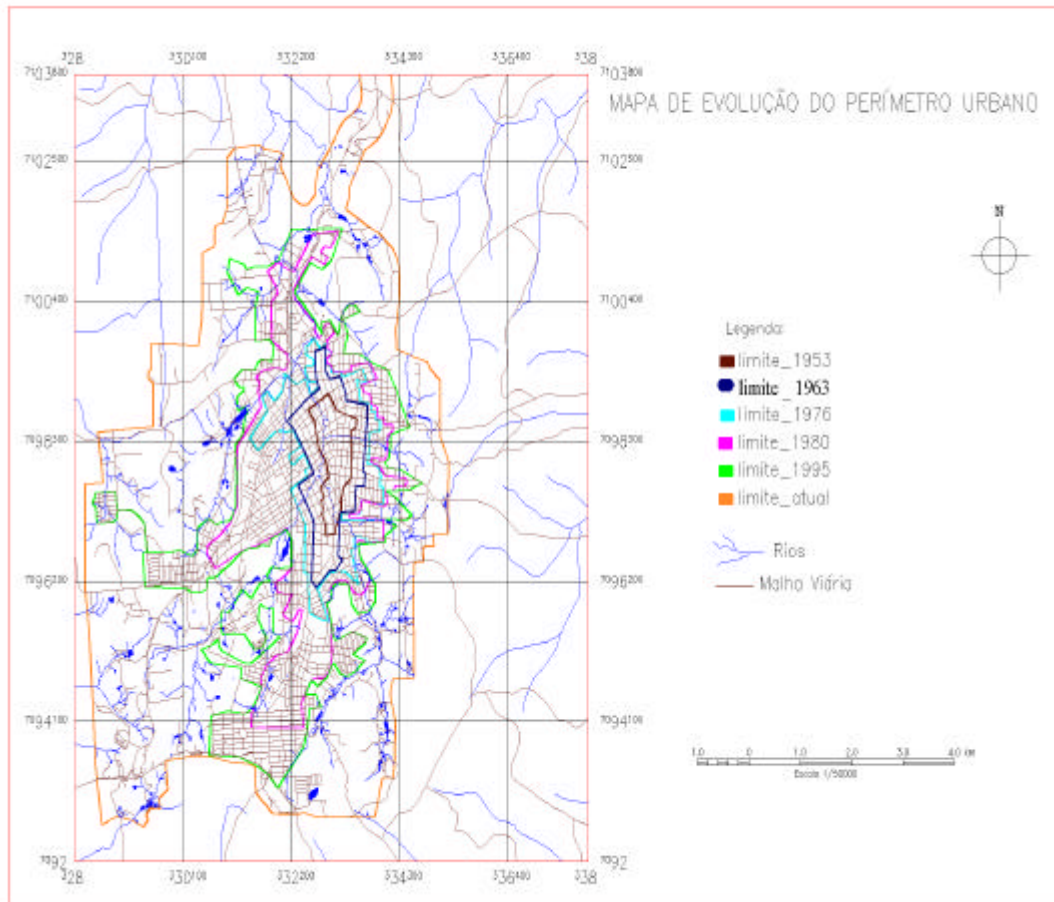
Fonte: Fotografias aéreas e Imagem Landsat

5.3 Representação das alterações ocorridas nas áreas

Pelo reconhecimento e mapeamento dos perímetros urbanizados, caracterizou-se a evolução da área urbanizada sobre as áreas adjacentes. Os resultados alcançados na interpretação das fotografias aéreas e a imagem de satélite, somados com vistorias de campo são representados de três maneiras:

1. Mapas da evolução do quadro de urbanização na área de estudo em 6 épocas específicas: 1953, 1963, 1976, 1980, 1996 e 2000. (mapa urbano/53, mapa urbano/63, mapa urbano/76, mapa urbano/80, mapa urbano/96, mapa urbano/2000).
2. Tabelas demonstrativas da área da classe urbana em cada período, em quilômetros quadrados (km²) e em percentagem (%) de crescimento por intervalo temporal e população urbana e rural no período.
3. Gráfico de barras mostrando a evolução da classe de uso urbano no período de estudo.

Figura 27: Mapa de área da cidade de Pato Branco – PR, do ano de 1953, 1963, 1976, 1980, 1996, 2000



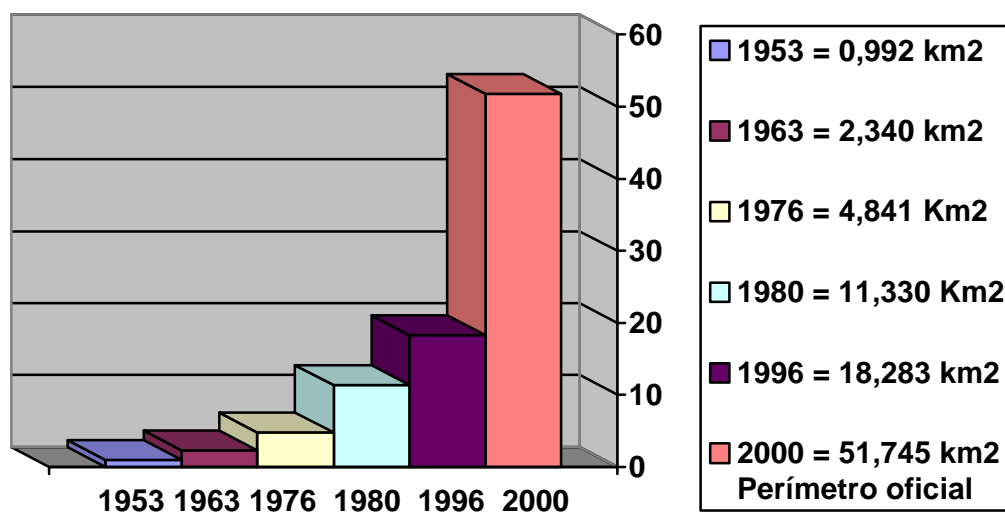
Fonte: Prefeitura Municipal, interpretação das fotografias aéreas e imagem TM/LANDSAT.

Tabela 8: Áreas da cidade de Pato Branco de 1953 a 2000 em Km²

Ano de Referência	Área urbana em km²	% de crescimento no intervalo de estudo	% de crescimento total desde 1953
1953	0,992	100,00	100,00
1963	2,340	235,89	235,89
1976	4,841	206,88	488,00
1980	11,330	234,05	1.142,14
1996	18,283	161,37	1.843,04
2000	51,745	283,02	5.216,23

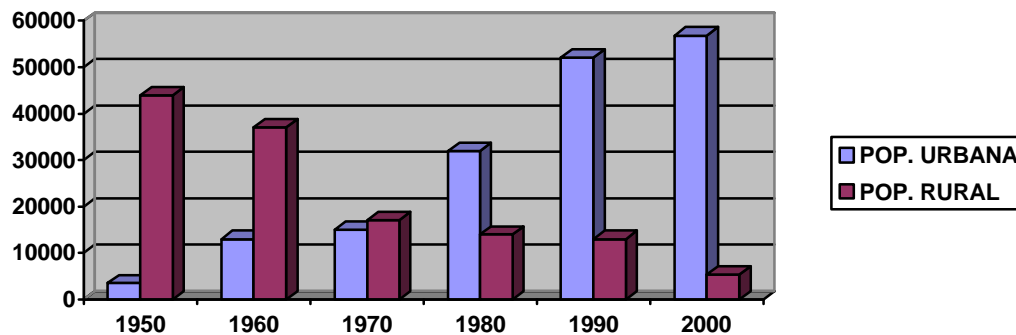
Fonte: Fotografias aéreas e imagem do satélite Landsat.

Figura 28: Gráfico do crescimento urbano de Pato Branco 1953 – 2000



Fonte: Fotografias aéreas e imagem do satélite Landsat.

Figura 29: Distribuição da população de Pato Branco, urbana e rural de 1950 a 2000



Fonte: IBGE.

A análise dos mapas urbanos, assim como das Tabelas 8 e Figura 29 do período de estudo, demonstram que o crescimento urbano foi determinado por vários fatores de influência dentre eles, pela migração da população rural para o meio urbano, além naturalmente do crescimento vegetativo. Quanto à migração do homem do campo para as cidades, naturalmente não se pode estabelecer uma relação fiel do migrante do interior do município para sua cidade, ou para cidades da região de entorno por apresentar um fluxo bastante complexo, conduzido pela forças econômicas e culturais.

Como referência básica da primeira área urbanizada da área de estudo, resultante da elaboração do mapa do ano de 1953, observa-se que a cidade de Pato Branco possuía a extensão de 0.992 km².

A dinâmica urbana apresentou alterações que resultaram no crescimento do adensamento e na ocupação de áreas adjacentes, cujos resultados descrito a seguir.

Resultando do crescimento horizontal no período compreendido a uma década de 1953 a 1963, conforme os mapas da área urbanizada passou de 0.992 para 2.340 km², ou seja, mais 1.348 km². Isto correspondente a um aumento de 235,89% (duzentos e trinta e cinco vírgula oitenta e nove por cento).

No período seguinte de 13 anos entre 1963 e 1976, a análise dos dados dos mapas apresenta um crescimento da área urbana em 206,88% (duzentos e seis vírgula oitenta e oito por cento) alterando de 2,340 para 4,841 km², ou seja, mais 2.501 km².

É importante salientar, que embora comparativamente em percentual, o crescimento nos dois períodos foi relativamente parecido, estes foram muito diferentes em extensão de área, dado, às diferentes extensões de base de cada área, o que também se aplica aos demais períodos.

Logo, no período que segue de 1976 a 1980, verificou-se um crescimento ainda mais expressivo, alterando de 4,841 para 11,330 km², ou seja, mais 2.489 km². Correspondente a 234,05% (duzentos e trinta e quatro vírgula zero cinco por cento), num período de 4 (quatro) anos.

Nos 16 anos seguintes, de 1980 a 1996, observou-se um crescimento da área urbanizada, de 161,37% (cento e sessenta e um vírgula trinta e sete por cento). Isso corresponde a alteração de 11,330 para 18,283 km², ou seja, mais 6.953 km² em extensão.

Finalmente, de 1996 a 2000, considerou-se a evolução da área urbanizada para a área decretada como de perímetro urbano pela municipalidade, que comparativamente apresentou a alteração de 18,283 para

51,745 km², ou seja, mais 33.462 km², correspondentes a 283,02% (duzentos oitenta e três vírgula zero dois por cento).

Observou-se na vistoria de campo que, efetivamente, não houve expansão real na ocupação urbana no período de 1996 a 2000, exceto alguns pequenos loteamentos no entorno da cidade que ainda não apresentam ocupação representativa, os quais estão incluídos na decretada área urbana pela municipalidade, conforme limites apresentados no mapa de 2000.

CONCLUSÃO

Teve-se como propósito, neste trabalho, a obtenção dos resultados especificados pela temática da pesquisa, verificar como ocorreu o crescimento da área urbana da cidade de Pato Branco/PR no contexto histórico (de 1953 a 2000) e geográfico; identificar o sítio natural; utilizando métodos e técnicas de sensoriamento remoto, interpretando fotografias aéreas e imagem orbital; analisar e registrar os resultados do processo de análise decorrentes da evolução da cidade, gerando, finalmente, uma contribuição para o subsídio de trabalhos de análise e planejamento socioambiental, da análise dos resultados como as descrições, tabelas, figuras, mapas, imagens e gráfico, pode-se concluir que:

- a cidade teve seu início num vilarejo que foi crescendo espontaneamente, sem que houvesse especificamente a consideração de nenhum aspecto de qualquer natureza na escolha do local, de planejamento e ou, um plano diretor;

- a ocupação inicialmente ocorreu na área marginal a uma estrada de ligação do interior da região aos centros urbanos da época na região sul do Paraná;

- a origem da cidade e seu crescimento urbano coincidem com o período da colonização da região sudoeste do Paraná;

- nas primeiras décadas, o crescimento da área acompanhava as margens do eixo da estrada para o sul, posteriormente, expandiu-se na direção

leste e, principalmente, para oeste, chegando ao final do período com pouca evolução na direção norte, bem como, a nordeste e noroeste;

- foi uma constante em todo o período de estudo (1953 a 2000) o crescimento da área urbana, com diferenças de intensidade particulares a cada época;

- foram os movimentos populacionais de crescimento vegetativo e do êxodo rural, os grandes responsáveis pela dinâmica gerada no meio urbano;

- de modo geral, o crescimento populacional e conseqüentemente o urbano, sofreram uma considerável desaceleração na última década;

- pelo fato de ser uma cidade com apenas meio século de existência, foi possível registrar praticamente toda sua trajetória evolutiva, existindo além de material fotográfico de todo o período, materiais recentes e testemunhas vivas desse processo;

- as fotografias aéreas e imagens demonstraram ser importantes ferramentas para o estudo do espaço e fonte subsidiária para o planejamento ambiental (urbano);

- a ocupação urbana de forma desordenada avançou sobre as nascentes e cursos d'água do manancial da bacia do rio Ligeiro.

- a técnica utilizada neste trabalho, permite a concepção clara e precisa de como ocorreu a evolução do quadro urbano atual.

- a caracterização da área urbana em imagem de satélite TM/LANDSAT através da combinação das bandas 3, 4 e 5 apresenta excelente discriminação desta classe.

Considerações Gerais

- Em relação à metodologia utilizada para a definição das áreas urbanas, esta apresentou-se muito eficiente e apropriada para a finalidade a que se propunha no monitoramento da dinâmica espaço-temporal, podendo, comprovadamente, ser utilizada em qualquer outra área de interesse para trabalhos de semelhante natureza.

- A utilização de modernos equipamentos de informática com produtos de sensoriamento remoto, programas de computar, banco de dados e outros recursos disponíveis, não dispensam as pesquisas de campo para complementação e certificação de informações envolvidas no processo de análise.

- Os resultados produzidos por este trabalho, tal como se apresenta, não se podia pretender uma conclusão definitiva de trabalho como sendo de absoluta abrangência ou verdade a ponto esgotar a possibilidade novas visões sobre o tema. Permanecerá sempre como uma importante contribuição que pode ser ainda aperfeiçoado e ou complementado com detalhes e novos trabalhos na área;

- Os resultados representam amostras de cinco períodos em que houve o registro dos diversos usos do solo e recursos naturais por meio de levantamentos aerofotogramétricos. Assim, dentro das limitações dos recursos de sensoriamento remoto, esses resultados nos fornecem informações, mesmo que superficiais, acerca das realidades das épocas distintas, mas que representam importantes e fiéis aspectos sobre a realidade do meio.

- Os resultados demonstram a evolução do processo de urbanização, quando comparados as diferentes épocas representadas em mapas, verificando-se principalmente a expansão horizontal na ocupação do espaço. Permanece, de certa forma, deficiente a capacidade de quantificar o incremento de edificações e qualificar a ocupação internamente, por se tratar atualmente de aspectos modificados.

- É importante salientar que no processo de alternância dos mais variados tipos de uso do solo, observa-se a realização de reversão para outras atividades traduzidas em melhor uso do espaço, porém, nas áreas ocupadas pelas cidades raramente é revertida uma ocupação para outros usos ou visando maior conforto ambiental.

- a ocupação urbana apresenta variações de intensidade e em finalidade de usos, apresentando áreas homogêneas principalmente de conjuntos residenciais, concentrações complexas no setor central, áreas heterogêneas com uso mistos de residências, comércio, indústria, serviços, lazer de conforto ambiental e mesmo de cultivo agrícola.

- a dinâmica, neste processo, apresenta contradições no aspecto da área oficialmente considerada urbana pela municipalidade, nem sempre coincidem com o uso típico para esta finalidade, permanecendo às vezes parte da área de expansão, por longo período com atividades agropecuárias. Assim como também surgem ocupações descontínuas tipicamente de cidade (bairros) em áreas rurais no entorno do urbano.

- a cidade se desenvolveu sem, contudo, ter um plano diretor durante 40 (quarenta) anos, o qual foi concebido no início da década de 90 por exigência

da Constituição Federal Brasileira. Período esse em que já se notabilizou pela desaceleração do crescimento urbano.

Algumas recomendações

- o desenvolvimento de estudos a cerca dos impactos ambientais causados pela ocupação do espaço urbano, sobre o meio físico e biológico, projetos de recuperação e compensatórias ambientais, visando ao equilíbrio do meio natural e ao conforto ambiental dos seus habitantes.

- fazer análise ambiental urbana, buscando subsídios para realização de futura revisão do plano diretor urbano.

- promover a revisão no plano diretor da cidade visando o estabelecimento normas e diretrizes que apontem para o desenvolvimento integral e sustentável da cidade integrada à região.

- desenvolver estudos de semelhante natureza em outras áreas urbanas, a fim de comprovar a eficiência da metodologia utilizada e do material neste trabalho.

FONTES BIBLIOGRÁFICAS

ANAIS. **6º Simpósio Nacional de Geografia Urbana.** UNESP/AGB: Presidente Prudente, SP, 1999.

ASCENÇO, Stela Maris Alves. **Elementos Básicos de Sensoriamento Remoto e Processamento Digital de Imagens de Satélite.** Divisão de Reprodução Documental – INCRA: Curitiba, 1998.

BARROS, Mirian Vizintim Fernandes. **Análise Ambiental Urbana: Estudo Aplicado à cidade de Londrina – PR.** Tese (Doutorado em Geografia) Universidade de São Paulo: São Paulo, 1998.

BRANDALIZE, Amauri Alfredo. **Formatos de Arquivos.** Revista Fator GIS – Ano 1 Nº 2, Curitiba, 1998.

BITOUN, Jan: -. **A contribuição dos planos estratégicos na gestão municipal: modernização do discurso, seletividade ou aprimoramento das práticas?** ANAIS - 6º Simpósio Nacional de Geografia Urbana. UNESP/AGB: Presidente Prudente, SP, 1999.

CARDOSO, Cleverson. **Expansão Horizontal e Crescimento Vertical da Cidade de Pato Branco na Década de 80.** (Monografia). Ponta Grossa, PR: UEPG, 1991.

CARLOS, Ana Fani Alessadri. **A (Re)Produção do Espaço Urbano.** Editora da USP São Paulo: Editora da USP, 1994.

CARVALHO, Beatriz Nozari Ribeiro de. **Um Sistema de Informações para a Prática do Gerenciamento e Planejamento Urbano.** Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina: Florianópolis, 2000.

CAVALHEIRO, Felisberto. **Urbanização e Alterações Urbanas – Análise Ambiental: Uma Visão Multidisciplinar.** Sâmia Maria Tauk (org.) 2. ed. São Paulo: UEP, 1995.

CROSTA, Álvaro P. – **Processamento Digital de Imagem de Sensoriamento Remoto**. Editora da UNICAMP, SP: Campinas, 1993.

CROSTA, Álvaro P. – **Sensoriamento Remoto de Alta Resolução: Novas Ferramentas para o Monitoramento Ambiental, Urbano e de Recursos Naturais**. Anais GIS Brasil: Curitiba, 1996.

EUFRASIO, Mário A. – **Estrutura urbana e ecologia humana: a escola sociológica de Chicago (1915-1940)**. São Paulo: Editora 34 Ltda, 1999.

FRANZONI, Ana Maria Benciveni. **Aplicação do Sensoriamento Remoto no Monitoramento de áreas Sujeitas à Degradação Ambiental: O Caso da Bacia Hidrográfica do Sangão-SC**. (Dissertação de Mestrado). Florianópolis, SC: UFSC, 1993.

LEFEBVRE, Henry. **O Direito à Cidade**. São Paulo: Moraes, 1991.

LOPES, Rodrigo. **A Cidade Intencional: O Planejamento Estratégico de Cidades**. Rio de Janeiro, RJ: Mauad, 1998.

MACEDO, Ricardo Kohn de. **A importância da Avaliação Ambiental – Análise Ambiental: Uma Visão Multidisciplinar**. Sâmia Maria Tauk (org.) 2. ed. São Paulo: UEP, 1995.

MARICATO, Ermínia. **O Urbanismo na Periferia do Capitalismo: Desenvolvimento da desigualdade e contravenção sistemática – O NOVO BRASIL URBANO**. Impasses – Dilemas – Perspectivas. Recife-CE, 2001.

MMA/IBAMA. Consórcio Parceria 21 IBAM-ISER-REDEH. **Subsídios à Elaboração da Agenda 21 Brasileira**. Brasília, DF: MMA/IBAMA, 2000.

NASCIMENTO, Gilberto Antonio do. **Mapas e Dados em Meio Digital uma Aplicação à Drenagem Urbana: Bacia do Itacorubi, Florianópolis - SC**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina: Florianópolis, 1998.

NOVO, Evlyn M.L. de Moraes. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 2. ed.. 3. reimpressão. São José dos Campos, SP: Edgard Blücher, 1988.

OLIVEIRA, José Aldemir de. **Meio Século de Transformações Urbanas no Brasil (1930 a 1980)**. ANAIS – 6º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA URBANA/SimpUrb 25 a 29 de outubro 1999. São Paulo: UNESP, 1999.

PALMA, Getulio Rui. **PATO BRANCO: Fé Esperança e Tecnologia – A Verdadeira História de Pato Branco..** Pato Branco, PR: Em Tempo, 2000.

PARANÁ (Estado). **Sistema de Informações Geográficas e Ambientais**. Curitiba, PR: IAP-GTZ, 1994.

PARANÁ (Estado). **Diretrizes para Uso do Solo e Ordenamento Territorial com a Avaliação Ambiental Integrada**. Curitiba, PR: IAP-GTZ, 1995.

PARANÁ (Estado). Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Instituto de Terras, Cartografia e Florestas. **Atlas do Estado do Paraná**: Curitiba, 1987.

PASTORE, José; HALLER, Archibald O. **O que está acontecendo com a mobilidade social no Brasil?** São Paulo, 1997.

Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Pato Branco. Costa Carnieri Consultorias, Arquitetura e Planejamento. Curitiba, 1989.

PEREIRA, José Carlos. **Especificações de produtos de Imagem de Satélites Utilizando Técnicas de Inteligência Artificial**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina: Florianópolis, 1995.

PATO BRANCO (Município). **Lei nº 1.651 de 17/09/97. Fixa o Perímetro Urbano da cidade**.

PATO BRANCO (Município). **Lei nº 321 de 25/10/78. Dispõe sobre o Código de Posturas** do Município e dá outras providências.

PATO BRANCO (Município). **Lei nº 331 de 28/12/78 e Lei 647 de 05/12/85. Dispõe sobre loteamentos** e dá outras providências.

PATO BRANCO (Município). **Lei nº 959 de 21/08/90. Institui o Código de Obras** do Município de Pato Branco e dá outras providências.

PATO BRANCO (Município). **Lei nº 975 de 02/10/90. Dispõe Sobre o Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo** do Perímetro Urbano da sede do município de Pato Branco.

RODRIGUES, Arlete Moysés. **Produção e Consumo no Espaço: problemática ambiental urbana**. São Paulo: Editora HUCITEC, 1998.

SILVEIRA, Vicente Fernando. **Metodologia para Modelagem do Padrão da Paisagem integrando Sistema de Informações Geográficas, Sensoriamento Remoto e Rede Neural**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina: Florianópolis, 1999.

TEIXEIRA, Amandio Luís de Almeida e CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Sistema de Informação Geográfica/Dicionário Ilustrado**. São Paulo: Editora HUCITEC, 1997.

VOLTOLINI, Sittilo. **Retorno: Origens de Pato Branco**. Pato Branco, PR: Artepres Ltda, 1996.

ANEXOS