

Universidade de Brasília

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
Programa de Pesquisa e Pós-graduação

Avaliação dos custos da urbanização dispersa no Distrito Federal

Gisele Arrobas Mancini

Orientador
Prof. Dr. Otto Ribas

Dissertação de mestrado apresentada no Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, como requisito para obtenção do título de Mestre em Planejamento Urbano.

Brasília
Março, 2008

TERMO DE APROVAÇÃO

Dissertação de mestrado apresentada e defendida em 10 de março de 2008 como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, outorgado pela Universidade de Brasília.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Otto Toledo Ribas, FAU – UnB
(Presidente)

Prof. Dr. Frederico Rosa Borges de Holanda, FAU –
UnB
(Membro)

Prof^a Dr^a Anamaria de Aragão Costa Martins
(Membro externo)

Prof^a Dr^a Maria do Carmo Bezerra, FAU – UnB
(Suplente)

A Luisa, fonte de inspiração.

Agradecimentos

A Deus, sem o qual nada teria sido possível.

A meus pais, pelos exemplos dados durante toda uma vida de dedicação.

A toda a minha família pelo apoio e incentivo, em especial a minha filha Luisa e meu marido Osvaldo, pela compreensão nos momentos de ausência. Ao meu irmão Mário César, pelo constante incentivo. E a minha irmã Cynthia, que me forneceu os meios necessários para a realização deste trabalho.

A Vicente Correia Lima Neto, cujo estímulo foi decisivo para minha participação no processo seletivo.

A Anamaria de Aragão Costa Martins, pelas contribuições feitas por ocasião do Projeto de Pesquisa.

A Isabel Cristina Joventino de Deus, pela elaboração dos mapas que compõem este trabalho e a Marcone Martins Souto, pelo material gráfico disponibilizado.

A todos os amigos e colegas da Secretaria de Desenvolvimento Urbano, Habitação e Meio Ambiente, que prefiro não citar nomes para não cometer injustiças.

A Prof.^a Dr.^a Maria do Carmo de Lima Bezerra, pelas contribuições por ocasião da qualificação desta dissertação.

Ao Prof. Dr. Frederico de Holanda, pelos subsídios fornecidos e pelas importantes contribuições feitas ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Otto Toledo Ribas, pela orientação neste trabalho e pelos diversos ensinamentos que levarei por toda a vida.

Resumo

A urbanização dispersa é uma das maiores tendências da urbanização contemporânea. Não têm sido raras as associações desse modelo de ocupação territorial com a degradação do meio ambiente e com o aumento dos custos públicos de infra-estrutura urbana, sobretudo quando se relaciona o uso extensivo do solo à escassez de recursos naturais e à diminuição da qualidade de vida. Trata-se de um fenômeno cada vez mais globalizado, que ocorre em diversas localidades, com ritmos e caminhos desiguais, conduzindo a uma realidade espacial complexa que evidencia novas formas urbanas, nem sempre desenvolvidas de modo eficiente e equilibrado. O enfoque do trabalho foi direcionado para apenas um dos diversos aspectos que envolvem a urbanização dispersa – os custos dos sistemas de infra-estrutura urbana de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. A questão foi abordada, inicialmente, a partir da definição de alguns conceitos que vêm sendo utilizados na análise da urbanização dispersa, seguida de um panorama do fenômeno nos Estados Unidos, Europa e América Latina, como forma de possibilitar comparação com o caso brasileiro e mais especificamente com o do Distrito Federal. A seguir, foram analisados os impactos por ela acarretados nos sistema urbano e natural, bem como a sua inter-relação com os custos de provimento de infra-estruturas urbanas. Foi procedida uma caracterização do fenômeno na área de estudo e uma descrição dos sistemas de infra-estrutura de saneamento. Por fim, os custos de infra-estrutura que decorrem do padrão disperso de ocupação no Distrito Federal foram mensurados e comparados com os de outras cidades brasileiras, e feita uma correlação entre o comportamento dos custos e dos fatores morfológicos e físicos em algumas localidades urbanas do Distrito Federal, através da utilização de indicadores propostos para essa finalidade.

Palavras-chave: urbanização dispersa, dispersão urbana, espraiamento.

Abstract

Urban sprawl is a major trend in contemporary urbanization, having often been associated to environmental degradation and increased public costs in urban infrastructure, especially when linking extensive land use to scarcity of natural resources and reduction of quality of life. Urban sprawl is increasingly a global phenomenon, occurring in diverse locations, with different rhythms and paths, leading to a complex spatial reality that displays new urban forms, not always developed in an efficient and balanced way. The focus of the study was directed towards one of the several aspects that involve urban sprawl – the costs of water supply and sewerage infrastructure systems. The issue was initially approached by defining a few concepts which have been used in the analysis of urban sprawl, followed by an outline of the phenomenon in the United States, Europe, and Latin America in order to allow a comparison with the Brazilian case, particularly that of Distrito Federal (Federal District). Next, the impacts of urban sprawl on the natural and urban systems as well as its relationship to the costs of providing urban infrastructure are analyzed, followed by a characterization of the phenomenon in the area under investigation and a description of the sanitation infrastructure systems. Finally, the infrastructure costs of the sprawling pattern of land occupation of the Distrito Federal are measured and compared to those of the Brazilian cities of Rio de Janeiro, Florianopolis, and Natal. In addition, a correlation between the costs and the morphological and physical factors in some urban areas of the Distrito Federal is carried out through the use of proposed indicators designed for this purpose.

Key Words: sprawling urbanization, urban sprawl, sprawl

Sumário

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE MAPAS	xii
LISTA DE ABREVIATURAS	xiii
Introdução	1
Capítulo 1 – Fundamentos teóricos da urbanização dispersa	9
1.1 – O surgimento de um novo padrão de urbanização	10
1.2 – O debate sobre o conceito de urbanização dispersa	11
1.3 – A trajetória da urbanização dispersa sob diferentes perspectivas	14
1.3.1 – O fenômeno norte-americano	14
1.3.2 – A manifestação europeia	16
1.3.3 – A vertente latino-americana	18
1.3.4 – O caso brasileiro	19
Capítulo 2 – A urbanização dispersa e seus impactos nos sistemas urbano e ambiental	23
2.1 – Os impactos da urbanização dispersa no sistema natural	26
2.1.1 – Solo	30
2.1.2 – Recursos hídricos	31
2.1.3 – Áreas protegidas	33
2.2 – Os impactos da urbanização dispersa no sistema urbano	34
2.2.1 – Segregação socioespacial	37
2.2.2 – Mobilidade e transporte	39
2.2.3 – Infra-estrutura e serviços públicos	41
Capítulo 3 – A inter-relação entre urbanização dispersa e custos de infra-estrutura	43
3.1 – O sistema de infra-estrutura urbana e seus componentes	45
3.2 – Custos dos sistemas de infra-estrutura urbana	47
3.3 – Modelos para avaliação dos custos de infra-estrutura urbana	48
3.4 – Custos da urbanização dispersa	54
3.5 – Padrões morfológicos dispersos e custos de infra-estrutura urbana	56
3.6 – Novas alternativas no combate a urbanização dispersa	60

Capítulo 4 – A urbanização dispersa no Distrito Federal	63
4.1 – O processo de ocupação territorial do Distrito Federal	63
4.2 – O papel dos planos de organização territorial na consolidação do território	68
4.3 – A estrutura espacial do Distrito Federal e seu padrão de expansão	83
4.4 – As diferentes formas de mensuração da urbanização dispersa no Distrito Federal	87
Capítulo 5 – Infra-estrutura urbana e saneamento no Distrito Federal	91
5.1 – Aspectos gerais do meio físico	93
5.1.1 – Cerrados	94
5.1.2 – Recursos hídricos	97
5.1.3 – Relevo e solos	104
5.1.4 – Unidades de conservação	105
5.2 – Saneamento no Distrito Federal: descrição dos sistemas e redes	109
5.2.1 – Abastecimento de água	109
5.2.2 – Esgotamento sanitário	112
5.2.3 – Drenagem pluvial	115
5.2.4 – Resíduos sólidos	115
Capítulo 6 – Avaliação da urbanização dispersa no Distrito Federal e seus impactos nos custos de infra-estrutura urbana	118
6.1 – Abrangência do estudo	119
6.2 – Aplicação da metodologia	120
6.2.1 – Descrição do método	120
6.2.1 – Identificação das áreas de estudo	121
a) Cidades Brasileiras	121
a.1) Florianópolis	123
a.2) Natal	125
b) Distrito Federal	126
b.1) Plano Piloto	132
b.2) Lago Norte	134
b.3) Taguatinga	135
6.2.2 – Identificação das variáveis de análise	136
a) Cidades brasileiras	136
b) Distrito Federal	137
b.1) Plano Piloto	144
b.2) Lago Norte	145

b.3) Taguatinga	146
6.2.3 – Construção dos indicadores	147
6.3 – Análise dos dados	147
a) Cidades brasileiras	148
b) Distrito Federal	149
6.4 – Resultados auferidos	151
a) Cidades brasileiras	151
b) Distrito Federal	152
Capítulo 7 – Conclusões e recomendações	155
Referências	158

Lista de Figuras

Figura 1 – Custo de infra-estrutura x densidade populacional para a Venezuela	49
Figura 2 – Plano Piloto de Brasília projetado por Lúcio Costa	71
Figura 3 – Zoneamento do Planidro	72
Figura 4 – Áreas de expansão urbana constantes do “Brasília Revisitada”	76
Figura 5 – Estrutura urbana atual do Distrito Federal	83
Figura 6 – Bacias hidrográficas nacionais	93
Figura 7 – Região do cerrado	95
Figura 8 – Reserva da Biosfera do Cerrado	96
Figura 9 – Limites da APA do Planalto Central	108
Figura 10 – Sistema de abastecimento de água do Distrito Federal	109
Figura 11 – Sistemas de tratamento de esgotos do Distrito Federal	113
Figura 12 – Limites do município do Florianópolis	124
Figura 13 – Limites do município de Natal	125
Figura 14 – Limites da Região Administrativa de Brasília - RA I	133
Figura 15 – Limites da Região Administrativa do Lago Norte - RA XVIII	135
Figura 16 – Limites da Região Administrativa de Taguatinga – RA III	136

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Crescimento espacial e demográfico das principais metrópoles norte-americanas – 1970 a 1990	16
Tabela 2 – Áreas metropolitanas mundiais classificadas pelo tamanho populacional – 1950, 1980, 2010 (em milhões).....	35
Tabela 3 – Custos totais dos subsistemas de infra-estrutura urbana	47
Tabela 4 – Custo de infra-estrutura <i>versus</i> densidade	49
Tabela 5 – Participação média em porcentagem das diferentes partes nos custos totais dos subsistemas urbanos (%)......	51
Tabela 6 – Participação de cada rede nos custos totais de cada sistema de abastecimento	51
Tabela 7 – Custo médio das redes urbanas em função da densidade, em dólares (1977) ...	51
Tabela 8 – Custos por usuários em dólares (1977) para as cidades de médio porte	52
Tabela 9 – Custo das redes de infra-estrutura urbana por área urbanizada e fatores	

de influência	53
Tabela 10 – Custo das redes de infra-estrutura urbana por habitação e fatores de influência	53
Tabela 11 – Custo de infra-estrutura para glebas urbanizáveis	54
Tabela 12 – Quantificação multitemporal das áreas de cobertura vegetal e uso do solo no Distrito Federal em valores relativos	97
Tabela 13 – Dados do sistema de coleta e tratamento por Região Administrativa	112
Tabela 14 – Estações de tratamento de esgotos no Distrito Federal	113
Tabela 15 – População total, área urbana, densidade demográfica e densidade urbana	122
Tabela 16 – Indicadores de densidade, linearidade, centralidade e dispersão – 2000	123
Tabela 17 – Resumo dos tipos mórficos encontrados no Distrito Federal	128
Tabela 18 – Densidades demográfica e urbana nas Regiões Administrativas do DF	129
Tabela 19 – Comparativo da distribuição territorial do DF segundo os zoneamentos dos Planos Diretores	130
Tabela 20 – Variáveis de estudo do sistema de abastecimento de água	138
Tabela 21 – Consumo de água <i>per capita</i> por Região Administrativa do DF	139
Tabela 22 – Cotas diferenciadas <i>per capita</i> de consumo de água em uma mesma RA	139
Tabela 23 – Variáveis de análise do sistema de esgotamento sanitário	141
Tabela 24 – Contribuição de esgotos sanitários da população urbana do DF (2004)	142
Tabela 25 – Características dos principais processos de tratamento de esgotos	143
Tabela 26 – Dados gerais do sistema de abastecimento de água do Plano Piloto	144
Tabela 27 – Dados gerais do sistema de esgotamento sanitário do Plano Piloto	145
Tabela 28 – Dados gerais do sistema de abastecimento de água do Lago Norte	145
Tabela 29 – Dados gerais do sistema de esgotamento sanitário do Lago Norte	146
Tabela 30 – Dados gerais do sistema de abastecimento de água de Taguatinga	146
Tabela 31 – Dados gerais do sistema de esgotamento sanitário de Taguatinga	146
Tabela 32 – Resumo dos dados dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário das cidades analisadas	148
Tabela 33 – Resumo dos resultados auferidos para a rede de distribuição de água das cidades selecionadas	148
Tabela 34 – Resumo dos resultados auferidos para a rede de esgotamento sanitário das cidades selecionadas	149
Tabela 35 – Resumo dos resultados auferidos para a rede de distribuição de água as áreas de estudo selecionadas	149

Tabela 36 – Resumo dos resultados auferidos para a rede de esgotamento sanitário das áreas de estudo selecionadas	149
Tabela 37 – Resumo da análise das variáveis do sistema de abastecimento de água	150
Tabela 38 – Resumo da análise das variáveis do sistema de esgotamento sanitário	150

Lista de Mapas

Mapa 1 – Alternativas de Sítio do Relatório Belcher	70
Mapa 2 – Áreas de expansão previstas no PEOT	74
Mapa 3 – Macrozoneamento do POT	75
Mapa 4 – Macrozoneamento do POUSO	77
Mapa 5 – Macrozoneamento do PDOT/92	79
Mapa 6 – Macrozoneamento do PDOT/97	82
Mapa 7 – Bacias Hidrográficas do Distrito Federal	100

Lista de Siglas

APA – Área de Proteção Ambiental
APM – Área de Proteção de Manancial
APP – Área de Preservação Permanente
ARIE – Área de Relevante Interesse Ecológico
ARR – Área Rural Remanescente
BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento
BIRD – Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento – Banco Mundial
CAERN – Companhia de Água e Esgotos do Rio Grande do Norte
CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
CIAM – Congresso Internacional de Arquitetura Moderna
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
DF – Distrito Federal
EIA – Estudo de Impacto Ambiental
EPCT – Estrada Parque do Contorno
EPIA – Estrada Parque Indústria e Abastecimento
EPTG – Estrada Parque Taguatinga
ETA – Estação de Tratamento de Água
ETE – Estação de Tratamento de Esgotos
FLONA – Floresta Nacional
FUNDURB – Fundo de Desenvolvimento Urbano do Distrito Federal
GDF – Governo do Distrito Federal
GDP – Gradiente de Densidade da População
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPHAN – Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
NOVACAP – Companhia Urbanizadora da Nova Capital
PDL – Plano Diretor Local
PDOT – Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal
PEOT – Plano Estrutural de Organização Territorial do Distrito Federal
PERGEB – Programa Especial para a Região Geoeconômica de Brasília
PGIRH – Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos
PIB – Produto Interno Bruto

PLANIDRO – Plano Diretor de Águas, Esgotos e Controle da Poluição
PLD – Plano Diretor de Água e Esgotos do Distrito Federal
PNSA – Política Nacional de Saneamento Ambiental
POLOCENTRO – Programa de Desenvolvimento do Centro Oeste
POT – Plano de Ordenamento Territorial do Distrito Federal
POUSO – Plano de Organização e Uso do Solo Urbano do Distrito Federal
RA – Região Administrativa
RAIS – Relação Anual de Informações Setoriais
RIMA – Relatório de Impacto Ambiental
SAA – Serviço de Abastecimento de Água
SIAGUA – Sinopse do Sistema de Abastecimento de Água
SICAD – Sistema Cartográfico do Distrito Federal
SIG – Sistema de Informação Geográfica
SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
TERRACAP – Companhia Imobiliária de Brasília
UC – Unidade de Conservação
UCCS – Unidade Central de Coleta Seletiva
UCTL – Unidade Central de Tratamento de Lixo
UDBraz – Unidade de Compostagem e Reciclagem de Brazlândia
UHE – Usina Hidrelétrica
UILE – Unidade de Incineração de Lixo Especial
UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UT – Unidades Técnicas
UTL – Usina da Asa Sul

Introdução

Ao longo do séc. XX, as cidades conquistaram um lugar sem precedentes na história da humanidade por concentrarem parcelas significativas da população mundial. A relevância do fenômeno pode ser ilustrada com base nos dados divulgados pela Organização das Nações Unidas – ONU, que revelam que as cidades atualmente abrigam cerca de 47% da população mundial, estando 76% desse total concentrado nos países mais desenvolvidos¹.

As cidades com mais de um milhão de habitantes sofreram, nos últimos cinquenta anos, um crescimento vertiginoso² enquanto houve um arrefecimento no crescimento das megacidades situadas em países desenvolvidos. Aliado a tais aspectos, testemunhou-se, no mesmo período, um aumento populacional significativo nas médias e pequenas cidades, enquanto as grandes metrópoles asiáticas e africanas seguiram crescendo a elevados percentuais.

A peculiaridade desse crescimento recai não apenas nos seus elevados percentuais, mas no surgimento de novos sistemas urbanos com formas mais complexas, baseados em padrões de urbanização dispersos, fragmentados e com maior consumo de terras, que vem ocorrendo, em escala mundial, como decorrência sobretudo de mudanças estruturais na sociedade, nos modos de produção e consumo e nas novas formas de mobilidade espacial.

Emerge, assim, uma nova ordem urbana anunciando o fim da grande cidade da época industrial, cujo crescimento lento e descontínuo ao longo das grandes metrópoles é substituído pela pulverização de áreas urbanas de modo descontrolado, descontínuo, heterogêneo, multipolarizado, sem limites precisos entre cidade e campo.

No Brasil, o ritmo do processo de urbanização não tem sido diferente. A partir de meados do século passado o país deixou de ser predominantemente agrário para transformar-se em um país urbanizado³. Os dados demográficos desse período revelam mudanças nas dinâmicas de crescimento urbano, que agora passam a ocorrer fora dos núcleos centrais das

¹ Esse percentual tende a aumentar para 60%, segundo as projeções da ONU feitas para o período de 2030.

² Os dados extraídos do estudo de Entrena (2003) apontam que em 1950 existiam apenas 83 cidades com esse limite populacional e em 1995 tal número aumenta para 325 cidades.

aglomerações metropolitanas, dentro dos municípios periféricos que as integram. São essas as áreas que tiveram um crescimento mais expressivo sob padrões ocupacionais mais dispersos, precariedade de infra-estrutura e alta dependência das áreas centrais.

No caso do Distrito Federal, a sistemática do processo de ocupação consolidou, desde as origens, um modelo territorial disperso, sob baixas densidades, marcado por um tecido urbano fragmentado e rarefeito que vem acarretando ao longo do tempo não só uma consolidação da estratificação socioespacial da cidade, mas também custos adicionais à vida urbana e prejuízos à qualidade do meio ambiente.

No que se refere ao provimento de infra-estruturas urbanas, percebe-se que a baixa compacidade de seu tecido urbano e a fragmentação espacial de seus núcleos urbanos ocupados por baixas densidades e separados por grandes vazios territoriais vêm acarretando, de modo geral, a elevação de seus custos.

Partindo de tais constatações, o trabalho foi impulsionado pelos seguintes questionamentos: Quais os custos e benefícios que decorrem do modelo de ocupação territorial adotado no Distrito Federal? Quais são as principais repercussões que esse padrão de urbanização tem acarretado nos custos públicos para provimento de infra-estrutura? Existem alternativas para o seu padrão de crescimento? As indagações anteriores, para fins de desenvolvimento desta pesquisa, foram sintetizadas na seguinte questão básica: Quais têm sido as vantagens e desvantagens da urbanização dispersa adotada no Distrito Federal em relação ao provimento de infra-estrutura urbana?

O objetivo geral desta pesquisa é avaliar as repercussões da urbanização dispersa do Distrito Federal nos custos públicos para provimento de infra-estrutura urbana. A abordagem do trabalho será voltada para os aspectos de saneamento ambiental, dadas as peculiares características físicas encontradas no sítio em que se insere e a existência de alguns atributos estratégicos que necessitam ser conservados. Por razões metodológicas o trabalho abrangerá unicamente os aspectos de abastecimento de água e esgotamento sanitário, podendo as demais variáveis de saneamento ser inseridas em desdobramentos posteriores do estudo. A partir dessa intenção maior, desdobram-se os seguintes objetivos

³ Os dados do Censo Demográfico de 2000 revelam que o índice urbanização brasileiro, que era de 36,3% em 1950, atingiu 81,2%.

específicos, que se constituem em etapas operacionais em direção ao atendimento do objetivo principal.

- (i) Analisar as diferentes concepções urbanísticas dos núcleos urbanos do Distrito Federal e sua relação com o provimento de infra-estrutura urbana;

Em virtude da sistemática de ocupação do território do Distrito Federal definiu-se um arquipélago de núcleos urbanos com dimensões diversificadas em lugar do modelo de aglomeração compacta. Até a década de 1990, esses núcleos urbanos encontravam-se inseridos fisicamente em unidades territoriais denominadas Regiões Administrativas – RAs.

Entretanto, em decorrência do processo de autonomia política do DF conquistado com a Constituição de 1988, elas passaram a ser definidas não mais envolvendo unicamente núcleos urbanos. Atualmente parte das 29 Regiões Administrativas existentes abrange bairros e setores de Regiões Administrativas já consolidadas, sem perda das suas características locais e sem que tenham adquirido autonomia urbana em relação às RAs de que se originaram.

Desconsiderando essas recentes criações, pretende-se proceder a uma análise morfológica pelos diversos núcleos que compõem a estrutura urbana do DF. O intuito é identificar as diferentes concepções urbanísticas existentes, a exemplo do traçado ortogonal das cidades goianas preexistentes de Planaltina e Brazlândia, do desenho modernista encontrado nas primeiras cidades-satélites projetadas até 1970 e dos padrões ocupacionais encontrados nos assentamentos promovidos na década de 1990, no âmbito da política de habitacional de interesse social. Acredita-se que essa diversidade morfológica contribuiu para a adoção de diferentes padrões de implantação das redes de infra-estrutura urbana a custos também diferenciados. De forma geral, todas essas concepções urbanísticas apresentam padrões dispersos de ocupação que se repetem também na urbanização informal dos loteamentos clandestinos e irregulares.

- (ii) Avaliar a inter-relação entre as políticas públicas de ordenamento territorial e de infra-estrutura urbana do Distrito Federal;

Os aspectos de infra-estrutura urbana, com destaque para o abastecimento de água e esgotamento sanitário, influenciam o processo de ocupação territorial do Distrito Federal desde o seu início. Referências podem ser extraídas dos estudos técnicos que antecederam a construção da Nova Capital – Relatório Belcher e documentos da Missão Cruls – e do próprio Relatório do Plano Piloto de Costa, que adotou aspectos relativos a mananciais e drenagem pluvial como determinantes para a definição da localização física da cidade, além de propor a ocupação urbana unicamente na margem oeste do Lago Paranoá como forma de facilitar o esgotamento sanitário.

Verifica-se que a lógica da ocupação territorial sempre esteve condicionada às ações adotadas pelo Poder Público para garantir o abastecimento de água e esgotamento sanitário. Como exemplo, temos a disposição dos núcleos urbanos, contemporâneos ao Plano Piloto, fora dos limites da Bacia do Paranoá, em parte para atendimento dos condicionantes de infra-estrutura estabelecidos pelo Plano Diretor de Água, Esgoto e Controle da Poluição, conhecido como PLANIDRO. A influência desse instrumento pode ser percebida em todos os planos de ordenamento territorial elaborados no DF. E foi em decorrência desse indicativo que o quadrante sudoeste foi estabelecido como o mais propício à expansão urbana desde o Plano Estruturador de Ordenamento Territorial – PEOT. Pretende-se assim verificar a relação, ao longo do tempo, das políticas de ordenamento territorial e de infra-estrutura urbana, identificando suas implicações e interfaces.

- (iii) Identificar os parâmetros mais adequados a serem utilizados na mensuração dos custos da urbanização dispersa do Distrito Federal;

A urbanização, considerada como o processo por meio do qual uma determinada gleba é dotada das condições necessárias para a sua utilização para fins urbanos, engloba desde o parcelamento que resulta de uma dada concepção urbanística, até a implantação de redes de infra-estrutura, serviços e tratamentos complementares como terraplanagem, pavimentação e paisagismo.

Constata-se que a adoção de determinadas concepções urbanísticas, sobretudo aquelas calcadas em formas dispersas de urbanização, induzem à elevação dos custos de infra-estrutura urbana. Para fins de avaliação desses custos faz-se necessário a escolha de um

conjunto de indicadores físicos adequados, que permitam quantificá-los de forma a subsidiar a tomada de decisões pelo Poder Público.

(iv) Identificar os principais impactos causados pela urbanização dispersa do Distrito Federal em seus sistemas naturais.

As questões ambientais no Distrito Federal estão no centro das discussões sobre a ocupação do seu território, que se destaca pela biodiversidade, beleza e fragilidade. Sua área encontra-se inserida no bioma do cerrado, um dos mais ricos do planeta. Um dos componentes mais críticos em relação ao meio ambiente está relacionado aos recursos hídricos. A localização peculiar do DF, que abriga um dos mais importantes e singulares divisores de águas do Brasil, que drena em direção às três grandes bacias hidrográficas nacionais – São Francisco, Paraná e Araguaia/Tocantins, é agravada pelo clima, caracterizado por um período de seca prolongada, com redução acentuada das chuvas, e pela composição da rede hidrográfica, cujos cursos d'água são pouco extensos e de vazões moderadas, o que gera limitações nos aspectos quantitativos dos recursos hídricos superficiais.

A questão ambiental no Distrito Federal está relacionada ao modelo de ocupação do solo posto em prática até então. A urbanização dispersa vem acarretando o uso intensivo dos recursos naturais. Aliado a isso, a ocupação desordenada dos loteamentos não previstos na legislação e o crescimento acelerado da região têm afetado significativamente a qualidade do meio ambiente e o atendimento de infra-estrutura e saneamento básico.

Buscando o atendimento desses objetivos, a presente pesquisa foi desenvolvida com base nos seguintes procedimentos metodológicos:

1. Caracterização da urbanização dispersa no Distrito Federal.

Através de uma análise do processo de urbanização do Distrito Federal foram identificados os principais fatores morfológicos que caracterizam o padrão de urbanização dispersa e os fatores físicos que condicionam a sua ocupação. Somados, eles interferem diretamente nos custos de infra-estrutura urbana. Foram identificados, ainda, diferentes padrões de urbanização inseridos dentro

da área de estudo e selecionadas outras cidades brasileiras, como forma de viabilizar a comparação na pesquisa.

2. Definição das variáveis ou aspectos a serem estudados.

Com base nos aspectos morfológicos e físicos identificados na etapa anterior, foram definidas as variáveis de análise a serem utilizadas na avaliação dos custos dos sistemas de infra-estrutura urbana de abastecimento de água e de esgotamento sanitário acarretados pelo modelo disperso de urbanização para as áreas anteriormente definidas.

3. Seleção de parâmetros adequados para mensuração dos aspectos a serem analisados.

Foi estabelecido um conjunto de parâmetros como forma de promover a quantificação e mensuração dos aspectos selecionados no item anterior de modo a permitir a comparação entre as áreas selecionadas no item 1.

4. Análise comparativa entre áreas selecionadas no que se refere à forma urbana, ao provimento de infra-estrutura e aos custos decorrentes.

O método comparativo adotado na análise das áreas selecionadas foi utilizado com base em dois índices (de otimização e de compacidade) construídos para correlacionar as repercussões dos padrões morfológicos característicos da urbanização dispersa e dos condicionantes do meio físico nos custos das redes de infra-estrutura urbana de abastecimento de água e de esgotamento sanitário.

O trabalho a seguir apresentado encontra-se organizado em duas partes – a primeira, de natureza teórica, estruturada a partir da investigação dos fundamentos teóricos e conceituais sobre a urbanização dispersa, seus impactos e custos resultantes, que corresponde aos três primeiros capítulos; a segunda, apresentada nos três últimos capítulos, procura caracterizar e mensurar o fenômeno na área objeto de pesquisa.

Além desta introdução, a presente dissertação apresenta no Capítulo 1, intitulado *Fundamentos teóricos da urbanização dispersa*, os principais aspectos teóricos e conceituais que caracterizam a temática do trabalho. Em seguida, a definição de alguns conceitos utilizados na bibliografia afeta, e uma caracterização da urbanização dispersa em diferentes localidades, como forma de possibilitar uma comparação com a área em estudo.

No Capítulo 2, denominado *A urbanização dispersa e seus impactos nos sistemas urbano e ambiental*, são analisados os impactos mais relevantes que a urbanização dispersa acarreta nos meios urbano e ambiental, com destaque para aqueles que possuem mais relevância na área objeto de estudo, a exemplo das variáveis de recursos hídricos, solos e áreas protegidas no meio ambiente e das variáveis segregação socioespacial, mobilidade e transporte, e infra-estrutura e serviços no meio urbano.

No Capítulo 3 – *A inter-relação entre urbanização dispersa os custos de infra-estrutura* – são apresentadas as interfaces e implicações que resultam dos aspectos morfológicos da urbanização dispersa nos custos de infra-estrutura urbana. Para isso, parte-se da identificação dos elementos que compõem tais custos, seguida da delimitação dos aspectos que serão analisados, e da realização de um panorama referente aos modelos de avaliação encontrados na literatura como forma de subsidiar a análise da área de estudo no Capítulo 6.

O Capítulo 4 – *Caracterizando a urbanização dispersa no Distrito Federal* – que abre a segunda parte da abordagem, promove uma análise da estrutura urbana atual do Distrito Federal partindo das raízes históricas encontradas no seu processo de ocupação territorial e do papel das políticas públicas de planejamento urbano e saneamento adotadas nos diversos instrumentos implementados ao longo do tempo. São apresentadas ainda algumas formas de mensuração da dispersão urbana no Distrito Federal.

O Capítulo 5 – *Infra-estrutura urbana e saneamento no Distrito Federal* – traz um panorama dos principais atributos do meio físico que condicionam as ações de saneamento no Distrito Federal, como apresenta uma descrição dos sistemas e redes de infra-estrutura urbana de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem pluvial e gestão de resíduos sólidos.

O Capítulo 6, denominado *Avaliação dos impactos da urbanização dispersa nos custos de infraestrutura urbana no Distrito Federal*, de cunho investigativo, apresenta a correlação entre os fatores morfológicos e físicos no comportamento dos custos das redes de abastecimento de água e de esgotamento sanitário através da utilização dos índices de otimização e de compacidade construídos especificamente para esse fim.

Ao final, no Capítulo 7, são apresentadas as conclusões sobre o desenvolvimento da pesquisa, visando dar resposta aos objetivos pretendidos que permearam a reflexão desenvolvida. São apresentadas, ainda, as limitações da pesquisa e recomendações identificadas ao longo do trabalho, incluindo-se os possíveis desdobramentos da investigação.

Capítulo 1 – Fundamentos teóricos da urbanização dispersa

A urbanização dispersa é a principal tendência contemporânea de expansão das cidades. Suas principais evidências espaciais são a pulverização da urbanização, em todas as direções, e o surgimento de aglomerações urbanas que se dispersam sobre extensões cada vez maiores com menores contingentes populacionais.

Testemunha-se, paralelamente à difusão das cidades sob um padrão extensivo do solo, o desaparecimento dos limites precisos entre o urbano e o rural, que passam a se mesclar. A deterioração das condições de vida nas áreas urbanas centrais contribui para que se aumente o atrativo de se viver em áreas periféricas.

A periferia das cidades, antes reservada às camadas sociais populares, começa a ser ocupada por loteamentos e condomínios habitacionais de alta e média renda que, aos poucos, vão substituindo o padrão dicotômico centro-periferia.

Inovações de caráter tecnológico, como a telefonia móvel e a internet, aliadas à comodidade dos deslocamentos em veículos privados, têm favorecido a disseminação de atividades econômicas e novos padrões de organização e de distribuição das cidades.

Trata-se de um fenômeno cada vez mais globalizado, que ocorre em escala mundial sob ritmos e caminhos desiguais, conduzindo a uma nova realidade espacial que evidencia formas urbanas mais complexas baseadas em padrões de urbanização difusos.

Esse modelo de urbanização dispersa, conceituado como *urban sprawl* na literatura internacional, vem sendo estudado sob diferentes abordagens nas mais diversas localidades mundiais. Os enfoques variam de evidências morfológicas a impactos negativos no meio ambiente, sobretudo quando relacionados à escassez de recursos naturais e à diminuição da qualidade de vida.

Nesse sentido, o presente capítulo aborda a questão a partir de pressupostos teóricos e da definição de alguns conceitos que vêm sendo utilizados na sua análise por diferentes

autores. A seguir promove um panorama da urbanização dispersa nos Estados Unidos, Europa e América Latina, de forma a possibilitar uma comparação com o caso brasileiro e mais adiante, no Capítulo 4, com o do Distrito Federal.

O surgimento de um novo padrão de urbanização

A elevação acentuada dos índices de urbanização, ocorrida ao longo da segunda metade do século XX, acarretou o surgimento de sistemas urbanos com formas mais complexas e a concentração progressiva da população nas grandes aglomerações urbanas; mesmo em países com nível médio de industrialização, como é o caso das regiões metropolitanas de alguns países do Terceiro Mundo.

O fenômeno pode ser ilustrado com dados extraídos do estudo promovido por Entrena (2003) que aponta no mencionado período um crescimento vertiginoso sofrido pelas cidades com mais de um milhão de habitantes. Nota-se que em 1950 existiam apenas 83 cidades com esse limite populacional, estando a maioria localizada nos países desenvolvidos. Tal número aumentou consideravelmente em 1995, totalizando 325 cidades, a maior parte localizada nos países em desenvolvimento, sobretudo Índia e China.

Por outro lado, nos países mais desenvolvidos, que já apresentavam índices elevados de urbanização, ocorreu a polarização dos assentamentos de menor tamanho em direção às médias e grandes cidades. Paralelamente, houve um arrefecimento no crescimento das megacidades, como consequência de dinâmicas demográficas próprias, como baixos índices de natalidade e elevados índices de urbanização. (REIS FILHO, 2006)

Sob qualquer dessas perspectivas, testemunha-se o surgimento de uma nova configuração espacial: a dispersão ou difusão das áreas urbanas, onde a urbanização ocorre fora de qualquer noção ou limite espacial, em detrimento do meio ambiente natural ou do domínio rural, seguindo o princípio das baixas densidades.

É importante ressaltar que as mudanças físicas decorrem das mudanças econômicas e sociais advindas de novos modos de organização do processo produtivo mundial. As melhorias nas condições de infra-estrutura e mobilidade acarretaram a pulverização de unidades produtivas e a formação de grandes correntes de migração de origem rural em direção às áreas urbanas, em geral aos grandes centros articulados com a economia global.

Abrangendo mais do que a simples articulação da economia em escala mundial, o processo de globalização, vem acarretando a generalização dos modelos e padrões de consumo do espaço urbano que, segundo Lefebvre (1999) representam:

[...]a gestação de uma sociedade urbana, uma urbanização completa, onde o tecido urbano se prolifera explodindo a grande cidade e dando lugar a “duvidosas excrecências”: subúrbios, conjuntos residenciais ou complexos industriais, pequenos aglomerados satélites pouco diferentes de bairros urbanizados. (p. 18)

Esse movimento vem acarretando o declínio das áreas centrais e a expansão das periferias das cidades. Em contrapartida, o deslocamento de atividades tipicamente urbanas para o campo, ao longo dos grandes eixos de transporte, deu origem a uma série de pólos urbanos, separados entre si por áreas rurais, o que alguns autores denominam “campos urbanos” (*urban fields*). O primeiro contínuo urbano com essas características se formou nos Estados Unidos, no eixo entre Nova Iorque, Filadélfia e Washington. Processos semelhantes ocorreram na Europa em países como Itália, Holanda e Espanha.

No Brasil, tendências de mesma natureza podem ser observadas entre a Baixada Santista, a Região Metropolitana de São Paulo, Jundiaí, Região Metropolitana de Campinas e outro eixo ligando Sorocaba à Região Metropolitana de São Paulo e ao Vale do Paraíba, em direção ao Rio de Janeiro.

Esse modo de crescimento acarreta uma expansão linear e descontínua, onde a ocupação crescente de porções territoriais gera graves danos ao meio ambiente, aumento da poluição sonora, do ar e da água, aumento das distâncias a serem percorridas, com conseqüentes engarrafamentos e elevadas tarifas de transporte coletivo. Somem-se ainda os altos custos para provimento de infra-estruturas urbanas e expansão das redes existentes.

O debate sobre o conceito de urbanização dispersa

O termo *urban sprawl* surgiu, de modo pejorativo, nos Estados Unidos em meados da década de 1960 para expressar o crescimento desordenado das aglomerações urbanas norte-americanas. Trata-se de um conceito, ainda em construção, que abrange um fenômeno mundial, observado em diferentes localidades, cujos efeitos negativos vêm sendo apontados por diversos autores que ressaltam, sobretudo, a sua relação com os aspectos ambientais, sociais e econômicos.

Dentre as suas diversas conceituações, a mais usual para o *urban sprawl* tem sido a adotada por EWING⁴ (2000) para se referir a um tipo de urbanização característica das cidades americanas que se baseia na expansão suburbana, com vazios urbanos intermediários, baixas densidades e crescimento da mancha urbana.

Verifica-se, entretanto, que na literatura dos países de língua inglesa, podem ser encontradas inúmeras outras expressões relacionadas à urbanização e à expansão urbana, que de alguma maneira vem ajudando à consolidação dos estudos da dispersão urbana ou urbanização dispersa.

Considera-se, pois, o *sprawl* como a tradução morfológica do conceito de **suburbanização**, um movimento de derramamento da população e das atividades do centro em direção às periferias das cidades. Os termos *suburbanization* (suburbanização), *suburban* (suburbano) e *suburbs* (subúrbios) são utilizados pela grande maioria dos autores na descrição do fenômeno, enquanto Danielson (1976) utiliza o termo *suburbanities* para denominar os moradores do subúrbio.

A suburbanização pode ser entendida como um processo de contra-urbanização em direção aos subúrbios, enquanto estes últimos seriam áreas próximas à cidade, com menores densidades populacionais e afastadas dos seus centros urbanos.

O vocábulo **contra-urbanização** (*counterurbanization*) foi introduzido por Berry, em 1976, referindo-se fundamentalmente à tendência de crescimento demográfico nas áreas próximas às cidades norte-americanas mais antigas, com a conseqüente diminuição populacional nos principais centros urbanos.

Segundo Champion (1988) tal vocábulo é usado para aludir a uma mudança nos padrões de distribuição da população que, em contraposição às anteriores tendências de concentração populacional nos grandes centros urbanos, passa a produzir o inverso – muitas áreas rurais tornam-se áreas de atração para as migrações populacionais.

⁴ “Sprawl is the spread-out, skipped-over development that characterizes the non-metropolitan areas of United States [...]”.

Como consequência disso, os recentes processos de urbanização estão dando origem a periferias urbanas de um tipo distinto daquelas que formaram desde a Revolução Industrial até a década de 1960 na Europa.

Estudando a formação das Regiões Urbanas Policêntricas em países da Europa Ocidental, esse autor utilizou o termo *counterurbanization* (contra-urbanização), para referir-se às mudanças nos padrões de urbanização ocorridas ao longo dos anos 1970. Estas, atribuídas em parte aos impactos negativos do crescimento da cidade, acarretam um êxodo, em grande escala, de cidadãos com melhores condições financeiras (*wealthy*) da cidade para povoados menores e regiões mais rurais, o que tem levado a uma polarização socioespacial e a um enfraquecimento do capital humano das cidades.

Para descrever a cidade formada a partir de um subúrbio, Garreau (1991) introduziu o conceito de ***edge city*** (cidade limite, cidade de contorno). Para esse autor, as *edge cities* representam a terceira onda do estilo de vida americano, sendo a primeira a suburbanização, especialmente depois da Segunda Grande Guerra, e a segunda o *mall*ing da América (expansão dos *shoppings centers*), nas décadas de 1960 e 1970.

De maneira geral, pode-se imaginar que os termos ***urban expansion***, ***urban spread***, ***urban widespread*** ou ***urban sprawl*** são todos sinônimos de espalhamento, expansão ou espraiamento. Mas o termo *sprawl*, diferentemente dos demais termos apresentados, não se utiliza no sentido de expansão em si, mas de expansão descontrolada. Assim, é o *urban sprawl* que tem sido alvo das críticas apresentadas nos textos de Tondro (1999), Burchell (2000), Ewing (2000), Nelson (2000), Voith (2000), entre outros.

Finalmente, os termos ***smart growth***, ***maneged growth*** ou ***planning growth***, se referem a um crescimento controlado, planejado, almejado pelos responsáveis pelo planejamento urbano de suas regiões. Reis Filho (2006) ressalta que Michael Smith e Marlene Keller usam o termo *maneged growth* quando analisam as políticas de desenvolvimento desigual em Nova Orleans (Fainstein et al., 1983). Já a expressão *smart growth* foi utilizada por Burchell (2000), em sua comparação com o *sprawl*. O *planning growth* é geralmente utilizado por profissionais de planejamento urbano.

A trajetória da urbanização dispersa sob diferentes perspectivas

Poucas questões têm sido recentemente tão debatidas nos fóruns urbanos mundiais como a da urbanização dispersa. Ainda assim, falta-lhe consenso, pois cabem as mais variadas abordagens e denominações.

Enquanto alguns vêem no fenômeno a definição de uma nova forma urbana: *città diffusa* para Bernardo Secchi (2000) e Indovina (1990), *x-urban city* para Mario Gandelsonas (1999), *generic city* para Rem Koolhaas (1998), ou a *ville de l'Age 3* para Christian de Portzamparc (1995), outros, como Françoise Choay (1994), encaram como a perda definitiva da cidade, a degeneração da vida urbana.⁵

Entretanto, sob qualquer denominação, resta a constatação de que o mesmo fenômeno tem suas evidências manifestadas em diferentes localidades mundiais e que, provavelmente, a confusão conceitual recaia na escala com que se olha e se refletem as peculiaridades locais e a realidade socioeconômica de cada país em relação a esse fato. (MONCLÛS, 1988)

O fenômeno norte-americano

Após a Segunda Guerra Mundial, os Estados Unidos vivenciaram um processo de suburbanização, ou seja, um intenso crescimento das cidades em direção às suas áreas periféricas, marcado pela transferência das residências de média e alta renda para áreas residenciais suburbanas ou periféricas, que extrapolam seus limites administrativos.

Projetos de financiamento da casa própria nos subúrbios foram um interessante estímulo para essa migração, assim como um imenso impulso na construção de rodovias para circulação de veículos privados.

Aliado a isso, o surgimento dos *shoppings centers* e a transferência dos locais de trabalho para tais áreas, nas décadas de 1960 e 1970, período conhecido como *mallng*, reforçaram essa tendência e marcaram o aparecimento das primeiras *edge cities*, descritas pelo sociólogo e jornalista Joel Garreau (1991).

⁵ O texto de Françoise Choay denominado “O reino do urbano e a morte da cidade” foi publicado originalmente em 1994, no catálogo da exposição “La Ville, Art et Architecture em Europe, 1870-1993” e traduzido pela Revista Projeto História n.º 18 da PUC/SP.

A *edge city* consistia em uma cidade formada a partir de um subúrbio ou área onde há 30 anos não se registrava quase nenhuma atividade urbana, somente fazendas ou pequenas vilas. Tratava-se de enclaves em áreas distantes dos centros urbanos já consolidados, voltados para segmentos mais elevados de renda, com grandes lotes residenciais e alto consumo de renda, simbolizando um sonho de consumo, o *american way of life*.

As *edge cities* incluem zonas de atividades (*business parks*), loteamentos residenciais (*subdivisions*) e centro comerciais. Dentre as suas principais características destaca-se o elevado número de empregos em relação ao de dormitórios, importando em uma reserva de áreas de pelo menos 465 mil m² para escritórios e de 56 mil m² para comércio. (GARREAU, 1991)

Há de se destacar, entretanto que esse ideal de moradia americano já fora pensado anteriormente, em 1932, nos tempos da depressão americana, por Frank Lloyd Wright para a *Broadacre City*. Tratava-se de uma cidade dispersa pelo território, com baixas densidades e predomínio de habitações individuais – a *usonian house* – onde cada família dispunha de um acre de terreno (4.500 m²) e se misturavam os setores habitacionais com equipamentos e serviços, usinas-modelo e fragmentos de natureza.

Segundo Panerai (2006), Wright introduziu vários dos temas urbanos discutidos na atualidade, como: “o trabalho em domicílio, possibilitado pelo desenvolvimento das telecomunicações; a preocupação com a ecologia de um território no qual deve ter seu espaço; o interesse pelos sistemas alternativos passíveis de substituir as grandes estruturas debilitadas...” (op. cit., p. 24).

Harmonizando-se com o que preconizou Wright, as cidades norte-americanas estruturaram-se a partir de uma composição majoritária de habitações unifamiliares, alicerçadas na propriedade privada e nos deslocamentos por transporte individual, o que conduziu a consolidação de um padrão de desenvolvimento baseado na crescente expansão linear da mancha urbana sob baixas densidades de ocupação.

O caso de Los Angeles configura o exemplo clássico, pois entre 1970 e 1990 a sua população cresceu 45% enquanto a área urbana expandiu 300%. O fenômeno pode ser

observado em outras cidades americanas⁶ como Chicago, que no mesmo período teve um crescimento populacional de 4% enquanto a ocupação urbana cresceu 46%. (MEADOWS, 1999)

Orfield (2002) estudou a estrutura espacial das 25 principais metrópoles americanas, entre 1970 e 1990, concluindo que, à exceção de Nova Iorque, o crescimento demográfico se traduziu em um crescimento espacial de dimensões jamais vistas.

Tabela 1 – Crescimento espacial e demográfico das principais metrópoles norte-americanas (1970 a 1990)

Crescimento	Espacial (%)	Demográfico (%)
Atlanta	161	84
Boston	34	5
Chicago	24	1
Detroit	28	-7
Houston	119	73
Los Angeles	25	37
Miami	36	57
Mineápolis-St. Paul	47	22
New York	22	-1
Philadelphia	55	5
Phoenix	91	132
Pittsburgh	30	-9
San Diego	81	96
San Francisco	28	21
St. Louis	58	3
Washington DC	91	29

Fonte: Myron Orfield – American Metropolitcs, p. 62

Em contrapartida, os centros das cidades estão em processo de degradação. Os habitantes dessas áreas, minorias étnicas e populações pobres, estão segregados do restante da população que habita em áreas urbanas dispersas e são obrigados a submeter-se a movimentos pendulares de deslocamento entre casa e trabalho, (com engarrafamentos, longas distâncias e elevado tempo de locomoção) em serviços de transporte cada vez mais ineficientes do ponto de vista estrutural e econômico, além do alto consumo de energia, combustível e emissão de dióxido de carbono.

A manifestação européia

A urbanização dispersa não é uma peculiaridade do “Novo Mundo”. A amplitude do fenômeno tem atingido tanto grandes metrópoles e capitais como as cidades menores da Europa Ocidental.

⁶ Dados do Sierra Club (2003) revelam que o ritmo de crescimento das áreas urbanas norte-americanas

Verifica-se que, por um longo período, as cidades européias seguiram um modelo radioconcêntrico, em que o crescimento ocorria mediante a expansão radial de seus núcleos originais, acarretando um padrão de distribuição da população com densidades de ocupação decrescentes do centro em direção às periferias.

A exemplo de Paris, essas cidades, quase sempre oriundas de uma ocupação romana ou de um pequeno burgo celta, tinham nas muralhas da idade média uma forma de contenção de seu crescimento. Com o passar do tempo, os contornos das muralhas foram substituídos por vias perimetrais que englobaram antigos arrabaldes que se distanciaram do centro, mas guardaram uma relação de dependência com este, garantida por uma amarração feita com as vias principais. (PANERAI, 2006)

O esquema de crescimento regrado de tais cidades, que mantinham uma característica de centralização territorial e de poder, só será alterado na segunda metade do séc. XX, em decorrência das reivindicações regionais e efeitos da globalização. Até então a expansão suburbana e a urbanização periférica eram vistas como especificidade das tendências antiurbanas dos anglo-saxões e, de modo geral, uma prática norte-americana. Entretanto, nas décadas de 1970 e 1980 a urbanização dispersa começa a chamar a atenção dos pesquisadores europeus.

A urbanização dispersa foi, de início, estudada por pesquisadores italianos, a exemplo de Francesco Indovina (1990) que analisou o fenômeno na região de Vêneto nos anos 1970 e 1980, e Bernardo Secchi (2000) que utilizou o termo *cittá diffusa* para descrever a dispersão urbana no território, como uma onda em que a cidade extravasa os seus limites em direção ao campo e envolve, progressivamente, as pequenas cidades e vilas próximas.

Nos anos de 1990 tornam-se freqüentes os trabalhos relativos à urbanização dispersa nos países da Europa Ocidental com destaque para aqueles promovidos por Ed Taverne que estudava a região de Groningen na Holanda, Marcel Smets, a região de Louvain na Bélgica, Alain Léveillé, a região de Genebra na Suíça e Nuno Portas, a região norte-atlântica de Portugal. (REIS FILHO, 2006)

excedem em pelo menos o dobro do verificado para a sua população.

Na Espanha, a dispersão urbana na região de Barcelona tem sido alvo de vasta produção acadêmica. Existem, ainda, diversas reflexões que tratam da dissolução da cidade compacta tradicional pelo surgimento de novas formas dispersas e fragmentadas que têm recebido a atenção de muitos pesquisadores como Monclús, Ramos, Font, Llop e Villanova.

A vertente latino-americana

A América Latina apresenta um perfil urbano significativo, com cerca de 75% de sua população vivendo em cidades. Entretanto, apesar de suas taxas de crescimento, Entrena (2003) destaca que algumas megacidades latino-americanas, a exemplo da Cidade do México e de São Paulo, começam a apresentar ritmos menores de crescimento nas últimas décadas do século passado. Mas mesmo assim, essas cidades não ficaram isentas do padrão disperso que afeta as demais cidades mundiais.

Verifica-se que as metrópoles latino-americanas refletem espacialmente as conseqüências socioeconômicas do esgotamento da versão periférica do modelo fordista de desenvolvimento⁷, aliado às novas orientações neoliberais quanto ao recuo do papel do Estado na implementação de políticas urbanas mais abrangentes.

Enquanto nos Estados Unidos as principais causas da urbanização dispersa são atribuídas à prosperidade econômica que acarreta novos padrões de consumo espacial, privilegiados pela estrutura viária e pelos deslocamentos em veículos privados, na América Latina figuram como carros-chefe da expansão urbana dispersa tanto a pobreza da população de menores segmentos de renda, quanto a prosperidade de suas elites. (Cámara de Diputados de Chile et al., 1999)

Sob o primeiro aspecto, Fernandes (2001) ressalta que grande parte da população urbana escapa da legalidade como forma de obter acesso à moradia e à terra urbana, sendo obrigada, por força das circunstâncias, a viver em locais inseguros, insalubres, sob condições precárias de infra-estrutura, geralmente as terras mais afastadas nas periferias

⁷ O modelo fordista de desenvolvimento revoluciona a produção industrial da segunda metade do séc. XX, introduzindo a produção em série através da substituição de mão-de-obra qualificada por máquinas e da simplificação dos processos de produção para elevar a produtividade. Sua versão periférica, presente nos países industrializados do Terceiro Mundo, tinha a produção em massa e o consumo restrito a determinadas regiões e setores específicos além de um forte papel do Estado na regulação e financiamento dos setores produtivos.

urbanas. O autor revela que a estrutura urbana da América Latina encontra-se em significativa transformação, tendo em vista a associação de diferentes processos como: a abertura de novas fronteiras econômicas, a crescente pobreza, a violência, a segregação espacial, a degradação ambiental, a precariedade de infra-estrutura, as mudanças no tamanho e nas relações familiares, o desemprego e a informalidade.

Entretanto, o êxodo dos mais abastados também acontece nos países da América Latina. Sob a forma de loteamentos, bem cercados e vigiados, com a presença de áreas de lazer e serviços à população mais afortunada, segue os mesmos padrões de moradia dos norte-americanos.

Como resultado, soma-se às grandes concentrações urbanas da América Latina, antes impulsionadas por sucessivas ondas modernizadoras, novas formas urbanas, menos densas, porém socialmente mais exclusivas (REIS FILHO, 2006) à luz do que vem ocorrendo nas demais cidades mundiais.

O caso brasileiro

A partir da segunda metade do séc. XX, o Brasil transformou-se de um país predominantemente agrário em um país urbano. Os dados do Censo Demográfico de 2000 revelam que a taxa de urbanização brasileira⁸, que era de 36,3% em 1950, atingiu a ordem de 81,2%. E, embora possam existir algumas inconsistências metodológicas no seu cálculo, conforme estabelece Veiga (2003)⁹, trata-se, inegavelmente de um país urbano.

As informações do IBGE (2000) indicam que mais da metade da população brasileira concentra-se em metrópoles, aglomerações urbanas e centros urbanos regionais de maior ou menor porte. A concentração da ocupação nas espacialidades citadas costuma variar conforme a região, havendo algumas predominantemente urbanas, enquanto outras apresentam espaços urbanos concentrados, porém isolados das sedes municipais

⁸ A taxa de urbanização de um país é medida pelo quociente entre a população total e a população urbana.

⁹ Veiga (2003) alega que a distinção feita entre o urbano e o rural não corresponde à realidade, pois são classificados como urbanos, por força da lei, “ínfimas sedes de distritos e povoados de tamanho irrisório que funcionam como simples aglomeração de agricultores”.

Acrescente-se a isso que os dados demográficos desse período revelam mudanças significativas nas dinâmicas de crescimento urbano que agora passam a ocorrer fora dos núcleos centrais das aglomerações metropolitanas, dentro dos municípios periféricos que as integram. E, são estas as áreas que sofreram um crescimento mais expressivo, sob padrões ocupacionais dispersos, precariedade de infra-estrutura e alta dependência das áreas centrais.

O acelerado processo de urbanização brasileira conduziu a formação de uma rede de cidades¹⁰ que envolvem aglomerações urbanas de diferentes magnitudes (IPEA/IBGE/UNICAMP, 1999). Atualmente, segundo informações do Observatório das Metrôpoles (2004), a estrutura urbana nacional engloba 18 regiões metropolitanas oficialmente instituídas e 37 aglomerações urbanas, sendo 15 de caráter metropolitano e 22 não-metropolitanas¹¹.

Verifica-se a ocorrência de mudanças estruturais no espaço urbano onde, mediante a promoção de um processo de reestruturação espacial, as aglomerações urbanas brasileiras passam a sofrer um acelerado processo de expansão periférica, em áreas cada vez maiores, para abrigar um volume populacional cada vez menos intenso.

Assim, as principais características dessas mudanças consistem na formação de áreas de tecidos urbanos nas periferias das cidades e no surgimento de núcleos com múltiplas formas de utilização, em pontos isolados, entre várias cidades sob a forma de urbanização dispersa ou difusa.

No estado de São Paulo essas mudanças assumiram proporções excepcionais, onde em uma população de cerca de 40 milhões de habitantes, quase 37 milhões, ou seja, 93% habitam em áreas urbanas, quase não existindo população rural.

Os habitantes do estado de São Paulo vivem, grande parte, em regiões de caráter metropolitano, a exemplo das três regiões metropolitanas oficiais: Grande São Paulo, Campinas e Baixada Santista, das duas principais regiões do Vale do Paraíba (São José dos

¹⁰ Estudo realizado pelo Ipea/IBGE/Unicamp, em 1999, denominado Caracterização e Tendências da Rede Urbana do Brasil.

¹¹ No ano de 2000, cerca de 67,8 milhões de habitantes, ou seja, 40% da população brasileira vive nas regiões metropolitanas que ocupam apenas 2% do território nacional.

Campos e Taubaté) e as regiões adjacentes de Sorocaba e Itu, de Jundiaí, de Piracicaba, de Limeira e Rio Claro, de Mogi-Mirim e Mogi-Guaçu e a de Atibaia.

Na Região Metropolitana de Campinas a urbanização dispersa abrange um extenso território, incluindo não apenas os municípios da região metropolitana, mas também ao redor desta, em todas as direções, entre Rio Claro, Limeira e Piracicaba, a noroeste, a Jundiaí, a nordeste, a Itu, Salto e Indaiatuba a sul e a sudeste.

Essa região possui uma característica diferenciada: as partes urbanizadas dos pólos centrais dos seus municípios não são emendadas como na região de São Paulo. Entre elas, isolados do campo, formam-se bairros com fábricas e com loteamentos fechados, *shoppings*, supermercados, *campi* universitários e centros de lazer. Entre São Paulo e Campinas, residências permanentes e de lazer misturam-se nos loteamentos fechados, indicando um grande fluxo entre a Região Metropolitana de São Paulo e a de Campinas.

Ressalte-se que o surgimento no cenário urbano brasileiro dos loteamentos e condomínios voltados para segmentos de renda mais elevada representa uma alteração da relação centro–periferia. O termo periferização passa a ser entendido não mais como uma distância social das áreas centrais. Ao contrário, inspirando-se nas *new towns* e *edge cities* norte-americanas, torna-se o ideal de habitação e refúgio das camadas de alta e média renda.

A urbanização dispersa brasileira pode ser caracterizada pelos seguintes aspectos: “1) esgarçamento crescente do tecido dos principais núcleos urbanos, em suas áreas periféricas; 2) formação de constelações ou nebulosas de núcleos urbanos e bairros isolados em meio ao campo, de diferentes dimensões, integrados em uma área metropolitana ou em um conjunto de sistemas de áreas metropolitanas; 3) mudanças no transporte diário intrametropolitano de passageiros, que transformou as vias de transporte inter-regional, de tal modo, que estas se tornaram grandes vias expressas inter e intrametropolitanas; 4) difusão ampla de modos metropolitanos de vida e de consumo, também estes dispersos pela área metropolitana ou pelo sistema de áreas metropolitanas.” REIS FILHO (2006, p.13)

A mudança nos modos de organização do tecido urbano que resulta do padrão de urbanização dispersa pode, também, ser percebida pelo surgimento de empreendimentos de grande porte, os chamados projetos de desenvolvimento, que geralmente criam novas

centralidades, reunindo duas ou mais formas de uso para atender à demanda dos setores de renda alta e média, e adotando formas condominiais cada vez mais complexas.

Por fim, outro viés da urbanização dispersa surge a partir da associação do fenômeno da expansão ilegal com o da exclusão social. Verifica-se que o agravamento da informalidade no uso do solo, que advém da concentração de pobreza nas metrópoles brasileiras, tem relegado à população de menor segmento de renda os espaços menos propícios a ocupação urbana.

A ocupação desses espaços resultou, ao longo do tempo, no agravamento de práticas predatórias, ocasionando erosões do solo, enchentes, desabamentos, poluição dos mananciais de abastecimento que geram perdas e deseconomias significativas para todo o conjunto urbano.

No caso brasileiro, percebe-se que a ilegalidade tem sido também um fator estrutural na dinâmica de expansão urbana dos aglomerados urbanos, sob o padrão disperso de urbanização, evidenciando assim a negligência do Estado na construção das cidades e na formulação das políticas urbana e habitacional.

Capítulo 2 – A urbanização dispersa e seus impactos nos sistemas urbano e ambiental

A expansão das cidades, sob o padrão disperso de urbanização, acarreta diferentes repercussões nos meios urbano e ambiental. Os efeitos negativos apontados como mais relevantes envolvem desde aspectos estéticos, de análise mais subjetiva, a aspectos socioeconômicos, como a heterogeneização social, a segregação socioespacial e a concentração de renda. Somam-se a esses os aspectos relativos ao provimento de infraestrutura urbana e gastos públicos, como abastecimento de água, energia elétrica, esgotamento sanitário, pavimentação asfáltica e drenagem pluvial, além de implicações ambientais, a exemplo da poluição do ar, do solo e da água, da formação de ilhas de calor, das mudanças nos regimes de precipitação pluviométrica e do aumento de áreas alagáveis.

Um conjunto complexo de disfunções espaciais decorre, ainda, dos padrões de urbanização dispersa. A localização difusa das áreas de empregos, moradias e equipamentos resultam em efeitos adversos sobre a qualidade de vida urbana, como congestionamentos, poluição sonora, aumento das distâncias diárias de locomoção, do tempo gasto nos deslocamentos cotidianos e da elevação das tarifas dos transportes públicos.

Entretanto, a análise dessas implicações deve ser precedida de uma visão articulada e de conjunto em relação às diferentes partes que compõem as cidades, vistas não como uma entidade isolada, mas sim como uma estrutura harmônica composta por dois sistemas interligados que se relacionam entre si – o urbano e o ambiental.

Há de se registrar os conceitos de estrutura e de sistema adotados neste trabalho. Por **estrutura**, utilizaremos o entendimento de Bastide (1971, apud Villaça, 2001) que se refere a um todo constituído de elementos que se relacionam entre si de tal forma que a alteração de um elemento ou de uma relação altera todos os demais elementos e todas as demais relações.

No que se refere à noção de **sistema**, dentre as diferentes definições existentes, destacam-se a de McLoughlin como sendo um conjunto de partes interligadas e a de Von Bertalanffy utilizada para se referir a um conjunto de elementos que se encontram em interação (apud FERRARI, 1977).

A visão sistêmica das cidades é utilizada por Mota (2003) para explicar o ambiente urbano como decorrência da fusão de dois sistemas inter-relacionados: o **sistema natural**, composto do meio físico e biológico ou biótico (solo, vegetação, água, etc.) e o **sistema antrópico** ou **urbano**, consistindo do homem e suas atividades.

A relação entre esses sistemas ocorre na medida em que o homem utiliza o meio ambiente como fonte de matéria e energia necessárias à vida na cidade ou como receptor de seus produtos e resíduos. Não se trata de uma relação harmônica, pois o sistema urbano, grande consumidor de energia e demais recursos naturais, produz intensamente resíduos e poluição ambiental prejudicando o sistema natural.

Acrescente-se ainda que as cidades se caracterizam tanto como um sistema aberto, “funcionando de forma dependente de outras partes do meio ambiente geral” (MOTA, 2001, p. 27) quanto como um sistema incompleto, parcial e unidirecional (SOBRAL, 1996, apud MOTA, 2001) já que não possuem autonomia quanto ao fluxo de energia e matéria, sendo apenas um local de consumo, cujos centros produtores estão situados fora do seu território.

As cidades podem ser entendidas, também, como um sistema urbano de maior abrangência, constituídas por diferentes sistemas parciais ou subsistemas que não se restringem unicamente aos seus aspectos territoriais – a exemplo do uso do solo, uma combinação de áreas livres e edificadas interligadas através de uma malha viária, e das redes de infra-estrutura urbana desenvolvidas para melhorar o seu desempenho – mas também envolvem os aspectos sociais, econômicos, políticos e ideológicos inerentes ao convívio urbano.

Marcus & Detwyler (apud MOTA, 2001, p. 28) estendem ainda mais a percepção sistêmica das cidades, concebendo-as como um ecossistema com necessidades biológicas, essenciais à sobrevivência da população, e requisitos culturais, necessários ao funcionamento e crescimento destas – o **ecossistema urbano**.

Por *necessidades biológicas* do ecossistema urbano são consideradas as demandas por ar, água, energia (alimento e calor), espaço, abrigo e disposição de resíduos enquanto por *necessidades*

culturais figuram: a organização política, o sistema econômico (trabalho, capital, materiais e poder), a tecnologia, o transporte e comunicação, as atividades sociais e intelectuais (recreação, lazer, educação) e a segurança.

Note-se que o ecossistema urbano apresenta características e funcionamento diferenciados dos sistemas ecológicos naturais posto que a ação predominante do homem, envolvendo seus componentes políticos, econômicos, sociais e ambientais, acarreta mudanças rápidas e intensas no meio natural.

De acordo com Brugmann (1992), o ecossistema urbano caracteriza-se pela forte presença da atividade humana transformando o ambiente natural, pela produção e consumos constantes e pelo crescimento de fluxos intensos de diferentes ordens (pessoas, energia, recursos econômicos e relações sociais).

Feitas essas observações, retorna-se aos impactos do processo de urbanização que têm conduzido a uma série de discussões acerca dos padrões de crescimento das cidades que, conforme concluído na Conferência Habitat II¹², não podem mais crescer linear e indefinidamente sobre seu entorno natural, sem colocar em risco os recursos naturais essenciais à sua própria existência e sustentabilidade.

Emerge a discussão entre os modelos de urbanização compactos ou dispersos como formas antagônicas. Para alguns, a cidade compacta, densamente ocupada e verticalizada, tem sido freqüentemente indicada como uma das mais apropriadas para o uso racional de energia e preservação dos recursos naturais.

A ela têm sido atribuídas vantagens como a redução do número de viagens e conseqüente redução da emissão de poluentes, otimização de infra-estrutura urbana, proteção das áreas agrícolas rururbanas e diversidade cultural e social. Igualmente são destacadas, porém, desvantagens como o aumento da poluição, a perda de qualidade de vida e a redução de áreas verdes.

Em oposição, as cidades lineares, rarefeitas e menos densas, que ocupam extensas áreas estruturadas nos deslocamento de veículos privados e que têm em Los Angeles seu

¹² Conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos realizada em Istambul em 1996

exemplo mais marcante, têm tido sua sustentabilidade questionada, sobretudo em razão das altas demandas energéticas ocasionadas pelos deslocamentos diários e pela crescente demanda por áreas de expansão que acarretam maior impermeabilização do solo. Esse padrão disperso de urbanização, marcado por baixas densidades demográficas e de ocupação, conduz a um processo de ocupação extensivo e dispendioso do solo que vem acarretando desastrosas repercussões nos sistemas urbanos e naturais.

Entretanto, é consenso que o processo de urbanização, independentemente do padrão adotado, provoca modificações no ambiente natural alterando as características dos meios físicos e bióticos que, muitas vezes, acarretam danos ecológicos irreversíveis com prejuízos para toda a sociedade.

Os impactos da urbanização dispersa no sistema natural

A urbanização tem representado um grande desafio para o pensamento articulado em torno do conceito de desenvolvimento sustentável, que visa promover o crescimento econômico e ampliar a qualidade de vida, harmonizando-se com a necessidade de conservar os recursos naturais para as futuras gerações.

Verifica-se que o surgimento desse paradigma ocorreu em meio a uma conscientização acerca do somatório de efeitos desastrosos do processo de urbanização que, com o aumento da produção, provocou a exploração desmesurada dos recursos naturais e a degradação ambiental, colocando em xeque o modelo de desenvolvimento econômico baseado na modernidade técnica que vinha sendo adotado no mundo ocidental, desde o início do séc. XX.

A partir da década de 1970, o enfoque ambiental adquire importância no processo de gestão das cidades. Os trabalhos do Clube de Roma¹³ e o Relatório Meadows¹⁴ muito

¹³ Criado em 1968 na Academia dei Lincei, em Roma, por cientistas de vários países, como tentativa de se propor soluções para os problemas decorrentes da pressão exercida pelas elevadas pressões demográficas nos ecossistemas naturais.

¹⁴ Denominado *Limites do crescimento* expunha através de um complexo modelo matemático que se o crescimento demográfico e econômico continuasse a longo prazo e não fosse contido por meio de uma política mundial de crescimento (“crescimento zero”) ocorreriam efeitos catastróficos no meio ambiente.

contribuíram para a conscientização da comunidade internacional de que o crescimento econômico era limitado pela disponibilidade de recursos naturais.

O Relatório¹⁵ Brundtland (1987), além de introduzir o conceito de desenvolvimento sustentável disseminado na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada no Rio de Janeiro em 1992, consolidou o relacionamento entre meio ambiente e desenvolvimento, ao declarar que “os problemas ambientais não podem ser separados da pobreza, do subdesenvolvimento, do consumo excessivo e dos desperdícios dos recursos naturais”.

A noção de desenvolvimento urbano sustentável refere-se a um conceito ainda em construção que suscita diversas definições e que, segundo Ribas (2003), apresenta algumas contradições teóricas, com destaque para as trajetórias e objetivos diferenciados das análises ambiental e urbana¹⁶ e o distanciamento existente entre as formulações teóricas e as propostas de intervenção.

Há de se considerar ainda que a noção dos efeitos decorrentes da relação entre os assentamentos humanos e o meio ambiente não é estática e predeterminada, mas vem mudando ao longo do tempo conforme o senso comum adotado por cada sociedade em um dado momento histórico.

Com apoio em Tudela (1982), a noção de paradigma vigente – definida como “um produto social que não é objeto de escolha consciente, mas que se impõe a cada indivíduo como um consenso implícito pela comunidade que opera como agente de uma dada prática social” – impõe a visão da urbanização dispersa como um limitador da sustentabilidade.

A ocupação extensiva do solo pelos padrões de urbanização dispersa representa uma transformação humana substancial na paisagem natural que gera pressões e impactos de diferentes magnitudes. Essas pressões, segundo Heller e Nascimento (2004), são, sobretudo, pressões de demanda por água, solo e fontes de energia, podendo ser acrescidas

¹⁵ Esse relatório denominado *Nosso futuro comum* (Our common future) foi elaborado no âmbito de uma Comissão das Nações Unidas e fundamentou grande parte das discussões ocorridas na Conferência Rio 92.

¹⁶ O autor destaca que enquanto a análise urbana centraliza-se nos aspectos econômicos e sociais que envolvem a função da propriedade privada do Direito Civil, a análise ambiental baseia-se na dominialidade coletiva e pública do patrimônio natural.

ainda daquelas relacionadas à absorção de resíduos e à alteração física de processos naturais.

Ressalte-se que a ocupação urbana provoca impactos ambientais em menor ou maior intensidade que necessitam ser cuidadosamente avaliados e seus prejuízos minimizados. No Brasil, a Lei Federal n.º 6.938/1981 estabeleceu a avaliação dos impactos ambientais como instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente.

As avaliações de impactos ambientais passaram a ser feitas de forma mais efetiva após a edição da Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – Conama n.º 001, de 23 de janeiro de 1986, que estabeleceu as diretrizes e procedimentos para elaboração dos estudos necessários, definindo como impacto ambiental¹⁷:

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia, resultante das atividades humanas, que, direta ou indiretamente afetem: I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II – as atividades sociais e econômicas; III – a biota; IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e V – a qualidade dos recursos ambientais.

Percebe-se que tal conceito abrange, unicamente, os efeitos da ação humana sobre o meio ambiente, o que não engloba, portanto, fenômenos naturais como tempestades, enchentes, terremotos e outros que embora possam acarretar modificações não se caracterizam como impacto ambiental.

Percebe-se, ainda, que essa definição não estabeleceu uma noção de significância, o que permite que se entenda como impacto qualquer alteração do meio físico, independentemente da sua abrangência, acarretando uma perda de foco sobre aquilo que tem relevância e que deve realmente ser considerado.

Nesse sentido, verifica-se que diferentes modificações nas características do sistema natural vêm sendo acarretadas pelo padrão de urbanização disperso, com destaque para as condições microclimáticas, os solos, os recursos hídricos, a cobertura vegetal e os ecossistemas.

¹⁷ Essa resolução estabelece um rol de atividades consideradas impactantes, a exemplo de: estradas de rodagem com duas ou mais faixas de rolamento, ferrovias, oleodutos, gasodutos, minerodutos, troncos coletores e emissários de esgotos sanitários e linhas de transmissão de energia elétrica, acima de 230 kV, dentre outras.

Embora, de acordo com Mota (2003) esses elementos se relacionem entre si, influenciando uns sobre os outros, ênfase maior será dada às alterações derivadas da ocupação dispersa no solo, nos recursos hídricos, e nas Áreas de Proteção Permanente pela relevância das evidências empíricas encontradas no estudo de caso¹⁸.

Com referência às alterações climáticas conseqüentes do processo de urbanização dispersa consideram-se como mais significativas as que se relacionam, sobretudo, com o aumento da temperatura e com as mudanças no regime de precipitação pluviométrica.

Percebe-se que a elevação da temperatura relaciona-se com a dimensão das áreas pavimentadas e da vegetação natural removida na implantação desse modelo de ocupação urbana de vastas dimensões. Tais áreas pavimentadas absorvem grande quantidade de calor durante o dia e a expõem durante a noite, aumentando a temperatura. Além disso, com a pavimentação o escoamento das águas se processa mais rápido, e conseqüentemente o solo seca mais rápido, diminuindo o processo de evaporação, que tem efeito de resfriamento da superfície.

A elevação da temperatura nas cidades resulta, ainda, na formação de “ilhas de calor” que correspondem às áreas nas quais a temperatura da superfície é mais elevada que as áreas circunvizinhas. Esse efeito ocorre em razão da redução da evaporação, do aumento da rugosidade e das propriedades dos edifícios e dos materiais pavimentados.

A cobertura vegetal do solo tem muita importância no sistema natural, pois contribui para a retenção e estabilização dos solos, além de prevenir a erosão, graças ao seu efeito amortecedor da chuva que favorece a infiltração da água e proporciona menor escoamento superficial.

Aliado a essas características, Mascaró (1996) ressalta que a vegetação atua sobre os elementos climáticos em microclimas urbanos, contribuindo para o controle da radiação solar, temperatura e umidade do ar, ação dos ventos e da chuva, e para amenizar a poluição do ar.

¹⁸ Historicamente, o Distrito Federal teve na disponibilidade dos recursos hídricos e na fragilidade do solo fatores limitantes à sua ocupação.

Verifica-se, ainda, que a cobertura vegetal constitui ambiente natural para diversas espécies animais que dependem destas para abrigar-se, reproduzir-se, alimentar-se e proteger-se. As remoções da cobertura vegetal, portanto, refletem-se diretamente na fauna.

As dimensões da urbanização dispersa impõem o desmatamento de grandes áreas de cobertura natural. Como resultado, temos os seguintes impactos no sistema natural: modificações climáticas, danos à fauna e à flora, descobrimento do solo, causando o incremento da erosão, remoção da camada fértil do solo, empobrecendo-o, assoreamento dos recursos hídricos, aumento do escoamento superficial da água, redução da infiltração e inundações.

Solo

O solo é um importante elemento do sistema natural que compõe a cobertura pedológica que reveste as áreas emersas da Terra, resultando de uma combinação de fatores (clima, tempo, relevo) e de processos (remoção, transporte e transformação) que atuam sobre os materiais de origem (rochas sedimentos e materiais orgânicos) e que condicionam a variedade de tipos encontrada. (PEDRON et al., 2004)

Esses autores apontam, dentre as principais funções desempenhadas pelos solos no sistema urbano, as capacidades de suporte e fonte de material, de descarte e armazenamento de resíduos e de infiltração e filtragem de águas pluviais.

A urbanização dispersa provoca modificações no solo, sendo a principal o processo de erosão que tem causado graves danos ambientais, econômicos e sociais. Muitas são as atividades responsáveis pela erosão do solo sob esse padrão de urbanização. Dentre elas destaca-se: o desmatamento de extensas áreas, o elevado percentual de impermeabilização do solo, as alterações no escoamento natural das águas e os movimentos de terra (aterros e escavações).

Dentre as principais conseqüências do processo erosivo estão a perda do solo, especialmente da camada fértil; o assoreamento dos recursos hídricos; os deslizamentos das encostas; o aumento da turbidez da água; além dos danos à fauna aquática e de prejuízos sociais e econômicos.

Mota (2003) destaca ainda que as alterações topográficas para implantação da urbanização provocam alterações na drenagem das águas pluviais, resultando no aumento do volume de água escoada e na diminuição da capacidade de absorção das águas pelo solo, o que ocasiona, dentre outros problemas, transbordamentos e erosões nos horários de maior vazão ou de ocorrência mais freqüente das chuvas.

Além das alterações da estrutura física dos solos, verifica-se que o lançamento de resíduos em superfície pode causar a sua poluição e contaminação, sobretudo nas áreas ocupadas informalmente por segmentos de baixa renda, onde a utilização urbana ocorre descolada do provimento de infra-estrutura de saneamento.

Aliado a isso, os resíduos sólidos da maior parte das cidades brasileiras têm sido depositados no solo, seja nos “lixões” a céu aberto ou nos aterros sanitários, que quando não são corretamente executados também acarretam a poluição dos solos, representando riscos de contaminação dos recursos hídricos, em particular, de águas subterrâneas. (HELLER & NASCIMENTO, 2004)

Recursos Hídricos

A água, elemento essencial à vida humana, tem sido importante fator para a escolha da localização dos assentamentos urbanos e também um insumo importante dos mais variados processos produtivos humanos. A distribuição e disponibilidade de água potável¹⁹ determina numerosos aspectos da vida econômica, social, cultural e histórica nos diferentes assentamentos urbanos e a sua escassez pode se tornar um fator limitante de desenvolvimento.

Nos últimos anos a água tem sido gradativamente reconhecida como um recurso raro em escala mundial²⁰, cuja escassez pode ser atribuída tanto às limitações qualitativas no uso de

¹⁹ Do latim potabilis, e "que pode ser bebido". Do grego potamós, "torrente, água que se precipita; rio". Cognato do verbo pétomai, "precipitar-se para a frente, atirar-se" refere-se a água que pode ser utilizada sem riscos para a saúde.

²⁰ Das águas do planeta, 97% encontram-se nos oceanos e não podem ser utilizadas para irrigação, uso doméstico e dessedentação. Os 3% restantes têm, aproximadamente, um volume de 35 milhões de quilômetros cúbicos. Grande parte deste volume está sob forma de gelo na Antártida ou na Groelândia. Somente 100 mil km³, ou seja, 0,3 % do total de recursos de água doce, encontra-se disponível e pode ser

água devidas à poluição, por exemplo, quanto às limitações quantitativas devidas à condições climáticas, em razão da demanda crescente ligada ao aumento populacional e ao desenvolvimento econômico, do seu uso ineficiente e da extinção dos aquíferos.

A desigualdade nos padrões de distribuição de água depende, ainda, de fatores físicos (climáticos) e humanos (densidade populacional). Os fatores físicos podem ser considerados como o lado da disponibilidade do recurso (oferta) e os fatores humanos, como a demanda.

A demanda e a disponibilidade da água dependem de três fatores: a) Clima – a aridez do clima aumenta consideravelmente o consumo de água das reservas por evaporação, fazendo com que as ocupações localizadas nas zonas áridas e semi-áridas sejam duplamente penalizadas: pela escassez dos recursos e pelo aumento da demanda de água; b) Tamanho da População – as demandas efetivas por habitantes variam consideravelmente, em função do nível de urbanização; c) Grau de desenvolvimento socioeconômico – um alto grau de desenvolvimento implica maiores demandas de água. (World Bank, 1993)

Verifica-se que a disponibilidade da água depende, ainda, das chuvas, da conformação e da extensão das bacias, aqui entendidas como as áreas ocupadas por um rio principal e por todos os seus tributários, cujos limites constituem as vertentes, que por sua vez limitam outras bacias.

O processo de ocupação urbana no Brasil tem concorrido para um aumento significativo na frequência das inundações, e à medida que a cidade se urbaniza, em geral ocorre o aumento das vazões máximas, acarretado pelo acréscimo da capacidade de escoamento e impermeabilização das superfícies. (TUCCI, 1997)

Segundo Genz e Tucci (1995), os principais impactos que resultam do desenvolvimento de uma área urbana sobre os processos hidrológicos estão ligados à forma de ocupação da terra, e também ao aumento das superfícies impermeáveis em grande parte das bacias que se localizam próximas a zonas de expansão urbana ou inseridas no perímetro urbano.

utilizado pelo homem. Esse volume, que está armazenado em lagos, flui nos rios e continentes e é a principal fonte de suprimento acrescido de águas subterrâneas.

O processo de urbanização dispersa pode acarretar alterações sensíveis no Ciclo Hidrológico, que compreende os processos de precipitação, infiltração, escoamento superficial (“runoff”), escoamento subterrâneo, evaporação e evapotranspiração, sobretudo quanto aos seguintes aspectos: aumento da precipitação, aumento da ocorrência de enchentes, redução dos níveis dos lençóis freáticos, diminuição da infiltração em razão da impermeabilização; maior erosão do solo e conseqüente aumento do processo de assoreamento das coleções superficiais de água.

Áreas Protegidas

O ambiente urbano é permeado por um conjunto de áreas ambientalmente protegidas, no intuito de resguardar alguns recursos naturais relevantes que nele se inserem. O modelo de unidades de conservação no Brasil é, em geral, um dos principais elementos de estratégia para a conservação do meio ambiente.

Existem, atualmente, diversas categorias de unidades de conservação, nos níveis federal, estadual e municipal, que se classificam conforme o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, aprovado pela Lei Federal n.º 9.985/2000, em unidades de uso sustentável ou de proteção integral.

As unidades de uso sustentável visam compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de seus recursos naturais, ou seja, permite-se a exploração e o aproveitamento econômico direto de forma planejada e regulamentada. Nesse grupo estão incluídas as categorias de manejo Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna e Reserva de Desenvolvimento Sustentável.

O grupo das unidades de proteção integral visa à conservação da biodiversidade, e inclui as categorias Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre. Essas categorias de manejo destinam-se à preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites, conciliados com a realização de pesquisas científicas, as quais devem ser autorizadas pelo órgão ambiental, estando sujeitas às normas por este estabelecidas. Algumas delas admitem a visitação pública para objetivos

educacionais amplos ou restritos, mas estão sempre sujeitas às normas estabelecidas pelo seu órgão responsável e por aquelas previstas em regulamento.

Além das unidades de conservação, existem as Áreas de Preservação Permanente – APP, que foram definidas por imposição da lei²¹ para garantir a preservação dos recursos hídricos, da estabilidade geológica e da biodiversidade, devendo ser mantidas as suas coberturas vegetais originais como forma de atenuar os efeitos erosivos e a lixiviação dos solos²², contribuindo também para regularização do fluxo hídrico, redução do assoreamento dos cursos d'água e reservatórios, e trazendo também benefícios para a fauna.

Nessas áreas o uso urbano não era permitido até a edição da Resolução Conama n.º 369, de 28 de março de 2006, que estabeleceu casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental que possibilitem a intervenção ou supressão da vegetação em Áreas de Preservação Permanente.

Na prática, todavia, as restrições de ocupação em APPs têm sido ignoradas na maioria de nossos núcleos urbanos, realidade que se associa a graves prejuízos ambientais, como o assoreamento dos corpos d'água, e a eventos que acarretam sérios riscos para as populações humanas, como as enchentes e os deslizamentos de encostas.

Os impactos da urbanização dispersa no sistema urbano

As tendências do processo de urbanização traçadas nas últimas décadas indicam o surgimento de alguns fenômenos que vêm invertendo a lógica de organização das cidades mundiais e imprimindo-lhes novas características e mudanças em suas configurações espaciais.

Dentre esses fenômenos, Wisnik (2006) destaca a concentração do crescimento populacional nas médias cidades, e não mais somente nas grandes metrópoles mundiais,

²¹ As Áreas de Proteção Permanente foram inicialmente estabelecidas pelo Código Florestal (1965). Posteriormente, a Lei Federal n.º 6.766/1979 e as Resoluções Conama n.º 302 e 303 também acrescentaram outras restrições.

²² Processo físico de lavagem das rochas e solos pela ação das águas das chuvas (enxurradas) que decompõem as rochas e carregam sedimentos para outras áreas, dessa forma, extraindo nutrientes e empobrecendo o solo.

além do surgimento de uma “urbanização sem desenvolvimento”, que propicia o aumento da informalidade na ocupação do solo urbano e nas relações de trabalho.

Mascaró (2001) acrescenta que as tendências da divisão espacial da população mundial nas próximas décadas apontam para a transferência da localização das maiores aglomerações mundiais para os países do Hemisfério Sul. Esse fenômeno pode ser ilustrado com base nas previsões feitas pelas Nações Unidas (1998) que constam da tabela abaixo.

Tabela 2 – Áreas metropolitanas mundiais classificadas pelo tamanho populacional 1950, 1980, 2010 (em milhões)

1950	Pop.	1980	Pop.	2010	Pop.
Nova York	12,3	Tóquio	21,9	Tóquio	28,8
Londres	8,7	Nova York	15,6	Mumbai	23,7
Tóquio	6,9	C. do México	13,9	Lagos	21
Paris	5,4	São Paulo	12,1	São Paulo	19,7
Moscou	5,4	Xangai	11,7	C. do México	18,7
Xangai	5,3	Osaka	10	Nova York	17,2
Essen	5,3	Buenos Aires	9,9	Karachi	16,7
Buenos Aires	5	Los Angeles	9,5	Dacar	16,7
Chicago	4,9	Calcutá	9	Xangai	16,6
Calcutá	4,4	Pequim	9	Calcutá	15,6
Osaka	4,1	Paris	8,7	Délhi	15,2
Los Angeles	4	Rio de Janeiro	8,7	Pequim	14,3
Pequim	3,9	Seul	8,3	Los Angeles	13,9
Milão	3,6	Moscou	8,2	Manila	13,7
Berlim	3,3	Mumbai	8	Buenos Aires	13,5
C. do México	3,1	Londres	7,8	Cairo	12,2
Filadélfia	2,9	Tianjin	7,7	Seul	12,9
S. Petersburgo	2,9	Cairo	6,9	Jakarta	12,7
Mumbai	2,9	Chicago	6,8	Tianjin	12,4
Rio de Janeiro	2,9	Essen	6,7	Istambul	11,7
Detroit	2,8	Jakarta	6,4	Rio de Janeiro	11,4
Nápoles	2,8	Metro Manila	6	Osaka	10,6
Manchester	2,5	Délhi	5,5	Guangzhou	10,3
São Paulo	2,4	Milão	5,4	Paris	9,7
Cairo	2,4	Teerã	5,4	Hyderabad	9,4
Tianjin	2,4	Karachi	5	Moscou	9,3
Birmigham	2,3	Bancoc	4,8	Teerã	9,2
Frankfurt	2,3	S. Petersburgo	4,7	Lima	8,8
Boston	2,2	Hong Kong	4,5	Bancoc	8,8
Hamburgo	2,2	Lima	4,4	Lahore	8,6

Fonte: UNITED NATIONS. World Urbanization Prospects. New York: U.N. Department of Economic and Social Affairs, 1988

Esses novos fenômenos quando analisados por Perlman (1991) sob a ótica das relações entre os aspectos rural-urbano, norte-sul, formal-informal e cidades-megalópoles, revelam que: I – o mundo está se tornando cada vez mais urbano; II – o crescimento populacional dos países industrializados do norte se estabilizou, enquanto nos países em desenvolvimento tende a aumentar; III – o crescimento não se distribui uniformemente no

tecido urbano e predomina nas áreas de ocupação informal; e IV – as cidades estão atingindo proporções jamais vistas.

Partindo da avaliação desses fenômenos sob uma perspectiva territorial, Dematteis (1998) identifica nas cidades dispersas a convergência de um conjunto de fatores como o processo de transformações socioeconômicas em que as sociedades se encontram imersas, a melhoria das possibilidades de transporte e de comunicação, assim como a busca de conforto, tranquilidade e qualidade de vida que para muitos já não podem mais ser propiciados pelas congestionadas aglomerações urbanas compactas. A esse respeito assinala que essas novas configurações espaciais:

[...] são o resultado de profundas transformações nas estruturas territoriais urbanas (desurbanização, contra-urbanização), nas tecnologias de comunicação e informação (telemática), na organização e na regulação social (pós-fordismo) que transformaram os países industrializados a partir do final da década de 1960. (op. cit., p. 17)

Sob a mesma perspectiva, Font (1997) acrescenta que mudanças no funcionamento das cidades e em sua escala territorial se devem a novas dinâmicas que não se apresentavam nas cidades tradicionais de caráter compacto, a exemplo das mudanças ocorridas em decorrência da globalização da economia e transformações dos sistemas produtivos, com importantes efeitos no emprego do tempo livre que, associadas aos avanços tecnológicos nos sistemas de comunicação e na generalização da mobilidade privada, acarretam novas modalidades na utilização do território.

Como conseqüência, ocorre a progressiva passagem do modelo compacto de expansão das cidades para o padrão de urbanização disperso, que se caracteriza, fundamentalmente, pelo predomínio de baixas densidades populacionais em grandes áreas residenciais, fortemente vinculadas a infra-estruturas viárias, e pela presença recorrente de espaços livres não-construídos.

Essa crescente dispersão das áreas urbanas vem acarretando uma série de repercussões no meio urbano. Dentre os efeitos negativos, Entrena (2004) aponta: os conflitos entre os usos do solo urbanos e rurais, as fortes transformações da paisagem aliadas a impactos ambientais, à necessidade crescente de dotar esses novos territórios de serviços públicos apropriados, as dificuldades de gestão territorial, o aumento dos custos de infra-estrutura, assim como uma forte dependência do automóvel.

Além disso, o autor ressalta que a urbanização dispersa vem acarretando, também, o esvaziamento gradativo de alguns centros urbanos situados em países industrializados. Tal fato deriva da transferência de contingentes populacionais de média renda em direção às periferias urbanas, o que vem contribuindo para a degradação dos seus centros históricos.

Verifica-se, assim, que em contraste com as formas de crescimento compacto das cidades, o padrão de urbanização disperso vem contribuindo para exacerbar muitos dos problemas atuais que afetam o funcionamento dos sistemas urbanos, sobretudo aqueles relativos aos aspectos de mobilidade e transporte, de concentração das oportunidades de trabalho e geração de renda isolada das áreas residenciais e de provimento de infra-estruturas que serão analisados a seguir.

Segregação socioespacial

O padrão de urbanização dispersa, quando caracterizado a partir da associação entre a fragmentação territorial e social das cidades, revela uma série de novas práticas socioespaciais e novas formas de diferenciação e segregação social, sendo um dos traços mais marcantes a segregação dos bairros residenciais de distintas classes sociais.

Essa segregação, segundo Villaça (2001), refere-se ao processo segundo o qual diferentes classes ou camadas sociais tendem a se concentrar cada vez mais em diferentes regiões ou conjuntos de bairros da metrópole, embora tal predomínio não impeça a presença nem o crescimento de outras classes no mesmo espaço.

O mais conhecido padrão de segregação das metrópoles brasileiras resulta da relação centro–periferia, onde a distância espacial atua como mecanismo de exclusão. As áreas centrais dotadas da maioria dos serviços urbanos, públicos e privados são ocupadas pelos maiores segmentos de renda enquanto as periferias, subequipadas e longínquas, ficam reservadas aos excluídos. Sob este ponto de vista, as periferias correspondem a uma representação social estigmatizada como sendo o lugar da exclusão, da marginalidade e da segregação social.

Entretanto, Sposito (2004) assinala que um conjunto de transformações nas formas de produção do espaço urbano, que advém em grande medida de interesses fundiários e imobiliários, tem gerado a redefinição dos conteúdos econômicos, sociais e culturais do “centro” e da “periferia” dessas cidades, seja em função de novos equipamentos comerciais e de consumo, seja pela reorientação dos interesses industriais ou, com maior peso, pela implantação de novos habitats urbanos. Esse processo gera a redefinição da estrutura urbana a partir das seguintes dinâmicas:

- a) complexificação da estrutura urbana, gerando o aparecimento de “periferias” no centro e “centralidades” na periferia;
- b) fragmentação socioespacial das cidades, já que a segregação se acentua e, conseqüentemente, a possibilidade de convivência entre as diferenças se atenua. (op. cit., p. 136)

Domingues (1994) ressalta que a distância em relação ao centro é também “sociológica”, sendo este definido pela diversidade e pela densidade das relações sociais, pela intensidade da vida cívica, pelo acesso à informação, pela aglomeração de recursos culturais, políticos e econômicos. Entretanto, estabelece que periferização e subúrbios, no sentido geométrico dos termos, podem nem sempre coincidir, ou seja, o subúrbio pode localizar-se em uma área tida como central, a exemplo dos guetos (*ghettos*) nas cidades dos EUA ou dos centros históricos degradados em algumas cidades européias.

Segundo esse autor, na Europa a distância social costuma coincidir com a distância geométrica, em parte como resultado das políticas públicas sociais de habitação do Estado Providência que resultaram em grandes conjuntos habitacionais, como os HLM²³ nas “banlieues” francesas. De forma contrária, nos Estados Unidos a situação se inverte e os subúrbios passam a ser o “American Dream” das classes de médio e alto rendimento enquanto a segregação étnica, a exclusão, a insegurança, os “urban riots”, as “gangs” urbanas são normalmente localizadas nas áreas centrais (*inner cities*) em crise.

Os desequilíbrios sociais acarretados pela urbanização dispersa vêm despertando a atenção de diversos pesquisadores norte-americanos, a exemplo de Ghorra-Gobin (2005), Kunstler (1993), Orfield (2002) e Rusk (1993) e, segundo este último, a estrutura dispersa das cidades marcada por vastas redes de rodovias, estacionamentos, loteamentos residenciais,

²³ Os HLM (Habitation à Loyer Moderè) são grandes conjuntos habitacionais promovidos pelo Poder Público, no contexto da política de habitação social, nos subúrbios da França, Suíça e Algéria para os segmentos de menor renda.

“mega-malls”, edifícios de escritórios e fragmentos de espaços naturais revela a destruição de todo embrião de vida social.

Mobilidade e transporte

Os sistemas urbanos, também chamados de estruturas urbanas quando designam disposição e ordem espacial em qualquer de suas partes componentes (FERRARI, 1977), classificam-se, de modo geral, em ortogonal (tabuleiro de xadrez e grade) e radioconcêntrico. Derivam dessas duas modalidades todas as demais estruturas urbanas existentes como a hexagonal, a trama-linear, a ortogonal-radial e a mista, dentre outras.

Segundo Landin (2004), a estrutura urbana – constituída da malha – onde se insere a estrutura viária e suas articulações – do tecido e dos referenciais urbanos – revela através de sua forma um conjunto de forças emergentes associadas às relações de produção e ao contexto sociocultural de uma determinada sociedade em um dado momento.

Nesse sentido, verifica-se que o padrão histórico de urbanização, baseado na estrutura urbana radioconcêntrica com densidades decrescentes do centro em direção à periferia, foi definido por força da lógica econômica de acessibilidade à oferta de atividades, produção e consumo onde os centros urbanos funcionavam como pólos de irradiação do desenvolvimento. (CAMPOS FILHO, 2001)

Entretanto, com a intensificação do uso do automóvel e das novas lógicas de organização produtivas, as soluções viárias inseridas na estrutura radioconcêntrica, que se baseavam em vias radiais, perimetrais e anéis, logo se inviabilizam em face das exigências crescentes por maiores espaços viários de caráter rodoviário que conduziam a maiores distâncias.

Verifica-se que desde o início do séc. XX, e especialmente a partir da Segunda Guerra Mundial, a estrutura viária tem sido planejada em decorrência da nova realidade imposta pela utilização do automóvel, que ocasiona maior demanda de espaço para a construção de vias de comunicação que fragmentam a paisagem rural.

De acordo com Dupuy (1998), a popularização do automóvel e a conseqüente expansão das redes viárias constituem-se em dois fatores indutores da dispersão urbana, onde o

automóvel permitiu a fixação de áreas residenciais distantes dos locais de trabalho. Contudo, a dispersão urbana foi favorecida também pela possibilidade de se dispor nas zonas rurais das mesmas comodidades que são oferecidas na cidade, tais como redes de eletricidade, telefone e água corrente.

Entretanto, o padrão disperso de urbanização conduz a efeitos desastrosos na mobilidade urbana, pois as áreas dispersas não prescindem dos serviços próprios dos centros urbanos (comércio, serviços, lazer, etc.) e continuam mantendo um elevado grau de dependência com essas áreas. Isso acontece embora paralelamente tenha sido gerada uma série de novas estruturas comerciais de serviço e de lazer, como *shopping centers* e hipermercados, junto às grandes vias que se destinam a proporcionar serviços à população da área periurbana, o que potencializa ainda mais a mobilidade privada, não só entre as diferentes áreas da periferia urbana como também entre estas e a cidade central.

Sob a urbanização dispersa, a rede rodoviária consolida-se como principal via de acesso, estabelecendo a conexão entre áreas residenciais isoladas, com baixas densidades e sem centralidades definidas, por meio da utilização crescente de veículos privados. Isso, segundo Nogueira (2005), vem acarretando efeitos adversos no sistema de transporte público como a baixa acessibilidade, altos custos de tarifas e irregularidade nos serviços.

Ressalte-se que a eficiência do sistema de transporte relaciona-se com a existência de áreas urbanas densas e providas de um amplo e diversificado complexo de atividades. E, nesse sentido, Acioly e Davidson (1998) acrescentam que um sistema de transporte público requer densidades médias e altas, a fim de oferecer um serviço freqüente, barato e eficiente e que as densidades residenciais influem também no número e tipo de viagens e no modo de locomoção nas áreas urbanas.²⁴

Verifica-se, assim, que a estrutura urbana mais adequada é aquela derivada da lógica dos transportes coletivos, em suas diferentes modalidades – ônibus, bondes e metrô, por acarretarem melhor aproveitamento do solo urbano, consumo de energia de forma muito mais eficiente que no transporte individual e importarem em menores custos para o provimento de infra-estrutura urbana. (NOGUEIRA, 2005)

Infra-estrutura e serviços públicos

As formas urbanas que decorrem dos diferentes padrões de urbanização interferem diretamente no provimento de infra-estrutura urbana na medida em que ocasionam custos diferenciados para instalação, otimização e expansão das suas redes. No caso da urbanização dispersa, elas acarretam o contínuo aumento das despesas públicas no provimento de infra-estrutura urbana, posto que requerem uma crescente criação ou expansão das redes de infra-estrutura, em vez de otimização e maximização das já existentes.

Deste modo, a urbanização dispersa afasta-se dos benefícios da economia de escala presentes nas aglomerações mais compactas posto que apresenta longos percursos de ociosidade das redes e baixos índices de atendimento por metro linear. Acrescente-se que a falta de continuidade do tecido urbano também agrega aumento de custos, pois acarreta a ociosidade de redes nas áreas subocupadas ou nos grandes vazios urbanos existentes.

Segundo Acioly e Davidson (1998), a densidade costuma ser um importante referencial na avaliação técnica e financeira da distribuição e consumo de infra-estrutura e serviços públicos em uma área residencial. Em princípio, pode-se assumir que quanto maior a densidade melhor será a utilização e maximização de infra-estrutura e solo urbano.

Um dos principais argumentos a favor das altas densidades urbanas refere-se à eficiência na provisão e manutenção das infra-estruturas e serviços urbanos tendo em vista que as baixas densidades significam longas redes de infra-estrutura (em potencial estado de ociosidade) para poucos consumidores e, portanto, altos custos de investimentos *per capita* na instalação e na operação.

Entretanto as densidades situadas acima do planejado acarretam problemas de congestão, saturação das redes de infra-estrutura e ineficiências urbanas. O sistema de tráfego, a drenagem, e os sistemas de abastecimento de água e esgoto sanitário tornam-se saturados e obsoletos.

²⁴ Os autores apontam que o número de viagens por pessoa por automóvel individual privado diminui à medida que as cidades e bairros tornam-se mais densos.

Por outro lado, os assentamentos urbanos sob baixas densidades e crescimento linear acarretam diversas deseconomias, sendo geralmente providos de serviços públicos a elevados custos, com ociosidade das redes de infra-estrutura e elevados custos de manutenção que serão abordados mais adiante no capítulo 3.

A expansão das cidades para locais não-urbanizados sob baixas densidades acarreta maiores custos de urbanização, na medida em que não permite os benefícios da economia de escala na prestação dos serviços públicos, em especial aqueles cujo fornecimento depende da expansão de uma rede já existente, tais como água, esgoto, telefonia, energia elétrica e sistema viário. Além do que, as distâncias entre emprego, residência e consumo ficam maiores, acarretando mais tempo em transporte e incremento de tarifas.

Verifica-se que, de um lado, a distribuição das atividades no espaço urbano determina a demanda por serviços públicos e de outro lado, a disponibilidade de infra-estrutura induz a ocupação de novos espaços urbanos. Essa relação entre os aspectos morfológicos da urbanização dispersa e o provimento de infra-estrutura urbana será vista com maiores detalhes no capítulo seguinte.

Capítulo 3 – A inter-relação entre urbanização dispersa e os custos de infra-estrutura urbana

Com base nas discussões procedidas anteriormente sobre os impactos ocasionados pela urbanização dispersa nos sistemas urbanos, em especial no provimento de infra-estruturas, o presente capítulo tem por objetivo analisar as interfaces e implicações dos aspectos morfológicos característicos desse padrão de crescimento nos custos de infra-estrutura urbana.

Para tal, parte-se da identificação dos elementos que compõem esses custos, seguida de uma delimitação dos aspectos a serem analisados, como também da apresentação dos principais modelos de avaliação de cálculo encontrados na literatura sobre o tema como forma de subsidiar a análise do Estudo de Caso constante do Capítulo 6.

Verifica-se que uma série de custos que têm origem nas ações e medidas empreendidas para viabilizar o desempenho das funções urbanas deriva do processo de urbanização, independentemente de suas características morfológicas. Esses custos da urbanização, segundo Ferrari (1977), compreendem todas as despesas, públicas e/ou privadas que se façam necessárias para dotar tais áreas de equipamentos de infra-estrutura e demais serviços públicos ou de uso público.

Para fins de análise desses custos, torna-se imprescindível, primeiramente, a delimitação do próprio conceito de custos que, de acordo com Goubar e Cabral (1996), abrangem todos os gastos, monetarizados ou não, para a produção de um determinado bem – objeto, serviços ou mercadoria. No entanto, essa idéia de custo relacionada a valor apresenta tanto um referencial associado a dinheiro, preço e valor de mercado, como também a uma idéia subjetiva de apreço que um indivíduo tem em relação a um determinado bem ou serviço.

Faz-se necessário, também, identificar os principais itens incidentes nesses custos que, de modo geral, abrangem: os custos do solo urbano, os custos das obras de urbanização e o custo das edificações. Os custos das edificações estão relacionados com paradigmas tecnológicos e correspondem, de acordo com Rosso (1980), no âmbito da construção civil, ao valor ou soma das despesas pagas para sua concepção, produção e utilização.

Esse autor decompõe tais custos em: i) Custos de concepção: pesquisas, levantamentos e projeto; ii) Custos de produção: terreno, pesquisas, construção de edificações, urbanização, infra-estrutura e serviços, administração na produção; e iii) Custos de utilização: manutenção, conservação, administração, operação dos equipamentos.

Já os custos do solo urbano encontram-se relacionados com os mecanismos da oferta e da procura, ou seja, com as forças de mercado que atuam com base em um conjunto de elementos como a localização, acessibilidade, oferta de terrenos vagos, perspectiva de valorização e custos de urbanização. (FERRARI, 1977)

Os custos das obras de urbanização são especificados por Inoye e Souza (2004) como sendo aqueles relativos a terraplanagem, a revestimento (com grama, asfalto, cimento ou outros), a arborização, a implementação das redes de drenagem pluvial, de abastecimento de água, de coleta de esgotos e de iluminação pública e outros elementos e serviços complementares.

Acrescenta-se, por fim, que, no caso específico de urbanização de favelas, ROCHA et al. (2002) classificam os custos em: infra-estrutura, superestrutura e atividades operacionais. A infra-estrutura contempla os sistemas de abastecimento de água, coleta de esgotos, sistema viário e controle das áreas de risco. A superestrutura abrange os custos de remoção e de reassentamentos, e as atividades operacionais envolvem o projeto executivo, o gerenciamento e manutenção das obras, as consultorias técnicas e assistência social.

Feitas essas considerações gerais sobre os custos do processo de urbanização busca-se, a seguir, descrever os sistemas de infra-estrutura urbana, seus componentes e custos de redes para então identificar, especificamente, quais são os elementos mais relevantes na composição dos custos da urbanização dispersa.

Vale ressaltar que a questão dos custos de infra-estrutura advindos do padrão de urbanização dispersa vem recebendo a atenção de inúmeros estudos, sobretudo aqueles voltados para economia urbana²⁵. Entretanto, sua análise vem sendo bastante relegada pelos arquitetos e planejadores urbanos.

²⁵ Com destaque para Burchell e Ewing.

O sistema de infra-estrutura urbana e seus componentes

O sistema de infra-estrutura urbana pode ser conceituado, segundo Zmitrowicz e Neto (1997), como um sistema técnico que abrange um conjunto de equipamentos e serviços necessários ao desenvolvimento das funções urbanas, podendo tais funções serem vistas sob os aspectos social, econômico e institucional. Nota-se que a dimensão ambiental não é considerada por esses autores.

Sob o aspecto social, a infra-estrutura urbana visa promover condições adequadas de moradia, trabalho, educação, saúde, lazer e segurança. No que se refere ao aspecto econômico, deve propiciar o desenvolvimento das atividades produtivas, isto é, a produção e comercialização de bens e serviços. E sob o aspecto institucional, deve fornecer os meios necessários ao desenvolvimento das atividades político-administrativas, dentre as quais se inclui a gestão da própria cidade.

O desempenho dessas funções é viabilizado pela parte física dos sistemas de infra-estrutura urbana, que se compõe dos seguintes elementos: redes de serviços, equipamentos complementares e ligações domiciliares. As redes de serviços são compostas pela malha de tubulações, cabos ou pavimentos que se distribuem pela cidade, viabilizando os serviços, enquanto as instalações prediais são ramais que ligam as redes de serviços às edificações. Por fim, os equipamentos complementares são componentes específicos dos diferentes sistemas utilizados para garantir o seu funcionamento. (MASCARÓ, 2005)

O sistema de infra-estrutura de uma cidade pode ser dividido, para sua melhor compreensão, em vários sistemas parciais ou subsistemas técnicos setoriais. E, nesse sentido, Zmitrowicz e Neto (1997) apresentam dois significados distintos para o termo *sistema técnico*. O primeiro enquanto rede de suporte, isto é, conferindo-lhe uma dimensão física, e o segundo enquanto rede de serviços, relacionada à sua função social.

Dessa forma, os autores buscam integrar ao conceito de sistema técnico a função dentro do meio urbano, o serviço prestado à população e os equipamentos que compõem a rede física. Em consequência dessa abordagem, estabeleceram a conceituação dos subsistemas urbanos a partir dos seguintes subsistemas técnicos setoriais: viário; de drenagem pluvial;

de abastecimento de água; de esgotamento sanitário; energético e de comunicações, que juntos podem ser denominados sistemas de infra-estrutura urbana.

Partindo da análise das redes que compõem os sistemas de infra-estrutura urbana, Mascaró (1987, 2005) estabeleceu três modalidades distintas de classificação, utilizando-se dos seguintes aspectos como critérios definidores: função, localização no espaço urbano e funcionamento.

A classificação segundo a função das redes abrange o sistema viário – conjunto de redes de circulação e de drenagem; o sistema sanitário – formado pelas redes de abastecimento de água e esgotamento sanitário; o sistema energético – constituído, fundamentalmente, pelas redes de energia e de gás e, por fim, o sistema de comunicações – integrado pelas redes de telefone, televisão a cabo e correio pneumático, este último atualmente em desuso.

Mascaró (1987, 2005) destaca algumas peculiaridades do sistema viário que acarretam a necessidade de cuidados especiais, a exemplo do elevado percentual solo urbano que ocupa (20 a 25%), do elevado custo que acarreta (quase 50% do custo total de urbanização), das dificuldades enfrentadas para aumentar a sua capacidade (operacionais e de custos) além dos elevados vínculos mantidos com os usuários (os demais sistemas conduzem fluidos enquanto este, pessoas e veículos).

De outro modo, a classificação das redes feita pelo autor segundo a sua localização no espaço urbano incorpora o conceito de sistema espacial de redes de infra-estrutura quanto à sua disposição em nível aéreo – onde se localizam as redes de energia elétrica e telefônica, em nível da superfície do terreno – ocupada pelos diferentes tipos de pavimento ou ainda ao nível subterrâneo – onde se situam as redes de drenagem pluvial, esgoto, gás, eletricidade e gás.

A outra forma de classificação adotada por Mascaró refere-se ao funcionamento das redes, dividindo-as naquelas que independem da força de gravidade – como as redes de eletricidade e gás, das redes que funcionam sob pressão e dependem parcialmente da gravidade, a exemplo das redes de água, e por fim, daquelas que dependem totalmente da força de gravidade, a exemplo das redes de esgoto, drenagem pluvial e pavimentação.

Custos dos sistemas de infra-estrutura urbana

Os custos dos sistemas de infra-estrutura urbana podem ser agrupados segundo Mascaró (2005) sob duas perspectivas de análise. No primeiro caso estão incluídas as infra-estruturas comumente encontradas em todas as cidades e bairros, denominadas obras de urbanização básica, a exemplo da rede de pavimentação e de drenagem pluvial, das redes de água potável e de esgotamento sanitário, das redes de eletricidade e gás encanado e das redes de telefone e TV a cabo. Os custos totais dessas infra-estruturas situam-se entre 120 e 140 mil dólares por hectare urbanizado e podem ser divididos em média na seguinte proporção:

Tabela 3 – Custos totais dos subsistemas de infra-estrutura urbana

Subsistema	Participação no sistema (%)	Componentes do subsistema	Composição do componente no subsistema (%)
Viário	45	Pavimentação	73
		Drenagem	27
Sanitário	20	Água potável	30
		Esgoto cloacal	70
Energético	19	Energia elétrica	58
		Gás encanado	42
Comunicações	16	Telefonia	75
		TV a cabo	25

Fonte: Mascaró, 2005

Com base na Tabela 3, verifica-se que o sistema viário é responsável por quase a metade dos custos de todo o conjunto, enquanto cada um dos outros três sistemas quando vistos isoladamente custam cerca de um terço do sistema viário.

Já no segundo caso estão inseridas as infra-estruturas de grande porte, encontradas apenas nas grandes aglomerações urbanas como trens metropolitanos e anéis rodoviários. Os trens metropolitanos quando subterrâneos custam em torno de 70 a 100 milhões de dólares por quilômetro, ao passo que em superfície ou em trincheira seus custos são reduzidos para 20 ou 30 milhões de dólares por quilômetro. (MASCARÓ, 2005)

Verifica-se, assim, que os custos desse tipo de transporte quando subterrâneos são tão elevados que dificilmente poderão ser amortizados com o valor das tarifas pagas pelos usuários, fazendo com que fique restrito apenas às cidades de grande porte ou quando os meios de transporte de superfície ficam saturados.

Do mesmo modo, os anéis rodoviários são também infra-estruturas urbanas muito caras que se fazem necessárias para desviar o fluxo de tráfego do centro das grandes cidades. Quando assumem uma configuração de avenida perimetral custam, em média, de 1 a 5 milhões de dólares por quilômetro. Mas quando envolvem maior complexidade técnica, pela necessidade de desviar o tráfego rodoviário regional de passagem, assumem a forma de uma auto-estrada, com numerosos entroncamentos, cruzamentos em desnível, alguns elevados e outros subterrâneos, elevando enormemente os seus custos, que chegam a atingir entre 10 e 50 milhões de dólares por quilômetro em trechos com cerca de 30 a 50 quilômetros. (MASCARÓ, 2005)

Modelos para avaliação dos custos de infra-estrutura urbana

A abordagem dos custos econômicos no provimento de infra-estruturas urbanas foi introduzida a partir da segunda metade do séc. XX, no contexto dos chamados Planos Integrados (Comprehensive Planning) desenvolvidos em resposta ao crescimento acelerado do processo de urbanização que se inicia a partir desse período, pois até então a dotação de infra-estruturas urbanas eram vistas apenas como o cumprimento de mais um requisito técnico do processo de urbanização.

Entretanto, a partir da década de 1960, foi desenvolvida por Boleslaw Malisz, na Polônia, a metodologia de Análise dos Limiares (Threshold Analysis), muito difundida em Edimburgo, na Escócia, onde muitos brasileiros iam estudar naquela época. A análise dos limiares baseava-se na observação de que as cidades encontravam limitações no tocante ao seu desenvolvimento em razão da topografia, usos da terra e infra-estrutura. A finalidade da Análise de Limiares era quantificar essas limitações ou “limiares” quanto a custos necessários à sua implantação. Tratava-se de uma visão que se fundamentava excessivamente nos custos financeiros a serem alocados para a expansão urbana, sem considerar os custos sociais envolvidos.

Um dos primeiros autores a abordar os problemas dos custos do desenvolvimento urbano na literatura brasileira foi Urdaneta (1974), que desenvolveu uma curva de comportamento dos custos das redes de infra-estrutura (no caso “aquedutos”, esgotos, eletricidade e “viação”) em função da densidade, tendo constatado que a densidade que corresponde ao menor custo por habitante estaria em torno de 1.000 hab./ha (apud SILVA e FERRAZ,

1991, p. 58). Além de ter sido desenvolvido para a Venezuela, o trabalho não contém uma descrição de como foram calculados os custos apresentados.

Em estudos realizados em Caracas pelo Banco do Trabalhador (Banco Obrero)²⁶, esse autor relacionou a densidade com o custo por habitante das obras públicas das redes (água, esgoto, luz e vias), apresentando uma parábola com os seguintes valores:

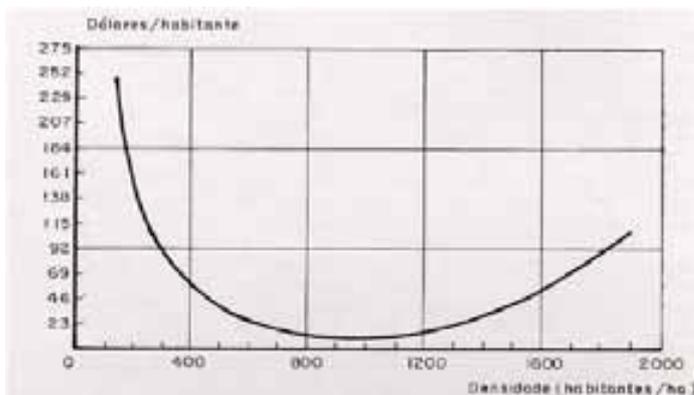


Figura 1 – Custo de infra-estrutura x densidade populacional para a Venezuela
Fonte: Urdaneta (1974 apud SILVA e FERRAZ, 1991. P.58)

Ferrari (1984, p. 350) analisando essa mesma parábola e com base nas suas coordenadas identificou os seguintes valores:

Tabela 4 – Custo de infra-estrutura x densidade

Densidade (hab./ha)	Dólares por habitantes
200	150
300	92
700	22
1.000	12
1.300	24
1.700	69
1.900	114

Fonte: FERRARI, 1977 p. 350

Outro trabalho muito importante na avaliação dos custos da urbanização foi desenvolvido pela Emplasa – Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo S.A. e pelo Urplan – Instituto de Planejamento Urbano e Regional, em 1975. Esse trabalho foi posteriormente atualizado pela Cogep – Coordenadoria Geral de Planejamento do Município de São Paulo (1979), mas segundo os próprios autores, “dada à exigüidade do prazo e a forma como foram coletados, [os dados] devem ser aceitos com grande reserva quanto ao seu grau de confiabilidade”.

A metodologia utilizada pela Cogep baseava-se em consultas aos órgãos encarregados dos serviços de infra-estrutura, com o propósito de obter cronogramas de investimentos para determinados intervalos de tempo. Esses investimentos deveriam ser capazes de suprir as necessidades de infra-estrutura da população existente (e ainda não atendida) e da população que se incorporaria à região naquele período de tempo. Dividindo-se o investimento previsto pela população que seria atendida pelas melhorias, obtinha-se o custo *per capita* de cada um dos serviços de infra-estrutura.

Ressalta-se, entretanto que a metodologia proposta não era muito precisa para avaliação dos custos *per capita* de cada uma das redes de infra-estrutura. Outro aspecto que compromete o resultado do trabalho é o fato de incluir inúmeros elementos que foram estudados em separado (transporte de passageiros) ou não estudados (transporte de carga ou mesmo transporte de passageiros por metrô).

Outra estratégia desenvolvida pela Cogep foi a construção de um modelo teórico com a finalidade de determinar os custos de infra-estrutura urbana. Esse modelo, embora bastante interessante, esbarra no fato de ter sido desenvolvido a partir de elementos da cidade de São Paulo, a qual apresenta características particulares, nitidamente diversas da maioria das cidades brasileiras.

Os trabalhos sobre custos de infra-estrutura urbana desenvolvidos por Mascaró (1979), exclusivamente para as cidades médias brasileiras, apresentaram a variação dos custos das redes para diferentes níveis de adensamento, por hectare e por habitação respectivamente, sendo utilizados repetidas vezes em diversos trabalhos posteriores, tornando-se referência comum na literatura sobre o tema, a exemplo de Moretti, 1987; Picarelli (1987), Mascaró (1986), Silva & Ferraz (1991) e Zmitrowicz e Neto (1997)

A tabela abaixo indica para cada sistema a participação percentual de cada uma das redes, ligações e equipamentos complementares no custo de cada sistema. Por meio dela pode-se verificar que as decisões de desenho urbano afetam totalmente as duas primeiras redes e, de forma parcial e variável, as restantes.

²⁶ Descrito no artigo denominado “Custos do Desenvolvimento Urbano”, de Alberto Urdaneta, na Revista de

Tabela 5 – Participação média, em percentual, dos componentes nos custos totais dos subsistemas urbanos

SISTEMA	REDE	LIGAÇÕES DOMICILIARES	EQUIPAMENTOS COMPLEMENTARES	TOTAL
Pavimento	100	-	-	100
Drenagens Pluviais	100	-	-	100
Abastecimento de água	15,5	25,5	59	100
Esgoto sanitário	39	3	58	100
Abastecimento de gás encanado	19	12	69	100
Abastecimento de energia elétrica	20,5	15	64,5	100
Iluminação Pública	26,5	-	73,5	100

Fonte: Mascaró, 1987

A Tabela 6 representa a participação de cada uma das redes no custo total de implantação das redes de infra-estrutura urbana. Verifica-se que pavimentação e drenagem têm uma participação entre 55 a 60% do custo total das redes, ou seja, o sistema viário é responsável por mais da metade do custo total do sistema, enquanto o sistema sanitário, por aproximadamente 20 %, e as redes do sistema energético pelos 20% restantes.

Tabela 6 – Participação de cada rede nos custos totais de cada sistema de abastecimento

Rede	Participação total de cada rede no custo total das redes (%)	
	Áreas de baixa densidade	Áreas de alta densidade
Pavimento	41,38	44,35
Drenagens pluviais	14,38	15,65
Abastecimento de água	3,93	3,50
Esgoto sanitário	17,10	19,73
Abastecimento de gás encanado	9,09	8,79
Abastecimento de energia elétrica	13,16	6,81
Iluminação pública	0,96	1,17

Fonte: Mascaró, 1987

A Tabela 7 apresenta os custos médios comparativos das diversas redes de infra-estrutura urbana em função das densidades habitacionais (unidade habitacional por hectare).

Tabela 7 – Custo médio das redes urbanas em função da densidade, em dólares (1977)

REDE	CUSTO POR HABITAÇÃO				CUSTO POR HECTARE			
	Densidade: habitantes/ha				Densidade: habitantes/ha			
	15	30	60	120	75	150	300	600
Pavimento	1.099	571	305	159	16.494	17.131	18.327	19.124
Drenagem pluvial	388	207	106	54	5.976	6.215	6.375	6.534
Abastecimento de água	87	47	29	19	1.307	1.436	1.753	2.367
Esgoto sanitário	488	247	126	63	7.331	7.410	7.570	7.649
Abastecimento de gás encanado	217	121	66	39	3.267	3.641	3.995	4.701
Abastecimento de energia elétrica	168	125	97	63	2.534	3.769	5.823	7.665
TOTAL	2.447	1.318	729	397	36.909	39.602	43.843	48.040

Fonte: Mascaró, 1987

Já a Tabela 8 mostra os custos por usuário para cada rede e para cada elemento em dois diferentes níveis de densidade. A densidade (1) de 60 famílias por hectare, que é uma densidade confortável em centros urbanos, e a densidade (2) de 15 família por hectare, que é a densidade média global da maioria das cidades brasileiras. Verifica-se que a densidade encontrada na última coluna equivalia à média urbana global brasileira e, portanto, no período em que foi elaborada a pesquisa, o custo de cada família com serviços de infraestrutura era de 4.500 dólares, ou seja, de quase 1.000 dólares por pessoa.

Tabela 8 – Custos por usuários em dólares (1977) para as cidades de médio porte

REDES	CUSTO PELA REDE		LIGAÇÕES		EQUIP. COMPLEMEN.		TOTAL	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Pavimento	305	1.100	-	-	-	-	305	1.100
Drenagens pluviais	106	388	-	-	-	-	106	388
Abastecimento de água	29	87	29	176	191		249	454
Esgoto sanitário	126	489	6	46	380		512	915
Abastecimento de gás encanado	67	218	27	156	450		544	824
Abastecimento de energia elétrica	97	169	37	170	400		534	739
Iluminação pública	7	29	-	-	20	80	27	109
TOTAL	737	2.480	99	548	1.441	1.501	2.277	4.529

Fonte: Mascaró, 1987

Destaca-se que, embora desatualizados no que diz respeito aos valores de custos apresentados, os trabalhos de Mascaró possibilitam compreender como se comportam os custos de infraestrutura em função de fatores urbanísticos e físicos. A base de dados desses trabalhos são levantamentos de custos para várias cidades médias brasileiras, de diferentes localidades. As áreas urbanas consideradas são formais, isto é, urbanisticamente regularizadas tanto técnica quanto legalmente. As tecnologias consideradas para a execução dos orçamentos que serviram de base para as análises são as convencionais, obedecendo, portanto à normalização brasileira em vigor na época desses levantamentos.

Com base nos trabalhos de Mascaró (1979 e 1987), que tratavam dos custos dos sistemas globais de abastecimento de água, energia elétrica e iluminação pública, esgotamento sanitário, drenagem, pavimentação e gás combustível, Abiko et al. (2005) desenvolveram uma metodologia de análise dos custos de urbanização de favelas no Brasil, abrangendo, unicamente, os custos das redes de infraestrutura, excluindo portanto os relativos a estações de tratamento e usinas geradoras de energia.

Os autores procederam à análise da variação dos custos dessas redes, por área urbanizada e por habitação, em função dos seguintes fatores: i) Tipo do traçado de rede, em função basicamente do sistema viário e, em menor escala, do traçado da própria rede; ii) Tamanho da gleba urbanizada; iii) Forma da gleba; iv) Densidade da gleba; e v) Declividade da gleba.

Tabela 9 – Custo das redes de infra-estrutura urbana por área urbanizada e fatores de influência

Rede	Tipo de Traçado da rede	Tamanho da gleba	Forma da gleba	Densidade da gleba	Declividade da gleba
Água	A(1)	B(2)	(-)	C	(-)
Esgoto	A(3)	C	(-)	(-)	B(4)
Drenagem	(-)	A	B(5)	(-)	B(6)
Pavimentação	A	(-)	(-)	(-)	A(7)
Energia Elétrica e iluminação	A	C	(-)	(-)	(-)

Fonte: Abiko et al. (2005) adaptado de Mascaró (1979 e 1987)

Legenda: A – Alta influência; B – Média influência; C – Baixa influência e (-) insignificante/não-detectada/não-detectada ou não-conclusiva.

Notas: (1) quanto maior a extensão do traçado, maior o custo da rede para a mesma população. (2) Os custos aumentam muito para glebas grandes (acima de 400 ha) e medianamente para glebas menores. (3) quanto maior o tamanho do quarteirão, maior o custo da rede. (4) Os custos aumentam quando a declividade é inferior a 1% e acima de 7%. (5) Quanto mais alongada é a bacia, maior é o custo. (6) Até 4% de declividade os custos diminuem entre 4 e 6% mantendo-se constantes, e acima de 8% passam a aumentar. (7) Os custos tendem a aumentar com a declividade, mas também podem – dentro de certos limites – diminuir, dependendo das condições de solo, tráfego e das alternativas tecnológicas disponíveis.

Tabela 10 – Custo das redes de infra-estrutura urbana por habitação e fatores de influência

Rede	Tipo de traçado da rede	Tamanho da gleba	Forma da gleba	Densidade da gleba	Declividade da gleba
Água	A	B	C	A	(-)
Esgoto	A	C	(-)	A	B
Drenagem	(-)	A	B	A	B
Pavimentação	A	(-)	(-)	A	A
Energia elétrica e iluminação	A	C	(-)	A	(-)

Fonte: Abiko et al. (2005) adaptado de Mascaró (1979 e 1987)

Legenda: A – Alta influência; B – Média influência; C – Baixa influência e (-) insignificante/não-detectada/não-detectada ou não-conclusiva.

Com base nas tabelas acima, os autores ressaltam que os fatores mais importantes no custo são, em primeiro lugar, o tipo de traçado das redes, cuja influência do traçado do sistema viário é preponderante, e a densidade de ocupação, que quanto maior for, menor será o custo por habitação atendida.

Entretanto, no que tange a referências atualizadas de custos de infra-estrutura urbana, os autores destacam a existência de poucas publicações especializadas ou estudos atualizados dedicados ao tema. Destacando como sendo uma das poucas referências existentes aquela derivada do trabalho realizado pelos engenheiros Hélio de Caíres e Guilherme Martins, integrante do método involutivo para Avaliação de Glebas Urbanizáveis. Os custos obtidos através da metodologia preconizada por esses autores são atualizados e publicados em

revistas especializadas, os quais podem ser utilizados como referência, na falta de outros dados de custos obtidos de orçamentos ou obras executadas.

A Tabela 11 apresenta um resumo dos principais custos de infra-estrutura conforme publicado na Revista Construção Mercado (2003). Vale notar, entretanto, que a metodologia utilizada não contempla as inovações tecnológicas e os critérios de projeto introduzidos nos últimos anos, como por exemplo, o uso do PEAD – Polietileno de Alta Densidade²⁷ para as redes de água e o uso de redes simplificadoras de esgotos.

Tabela 11 – Custo de infra-estrutura para glebas urbanizáveis

Rede	Custo/1.000 m ² área útil (R\$) maio-2003	Custo por m ² de gleba bruta, incluindo BDI ²⁸ e projetos	Custo/m ² de gleba bruta	Custo por lote de 125 m ²	%
Água	2.554,19	2.208,10	2,21	319,27	10,64
Esgoto	4.767,25	4.121,29	4,12	595,91	19,86
Drenagem	2.398,33	2.073,36	2,07	299,79	9,99
Pavimentação	11.296,84	9.766,12	9,77	1.412,11	47,07
Energia elétrica e iluminação	847,70	756,18	0,76	373,15	12,44
Total	21.891,31	18.925,04	18,93	3.000,23	100

Fonte: Adaptado²⁹ por Abiko et al. (2005) da Tabela “Avaliação de Glebas – Custo da Urbanização – Revista Construção e Mercado, 2003

Custos da urbanização dispersa

Nos últimos vinte e cinco anos foram desenvolvidas diferentes abordagens quanto às implicações, custos e benefícios da urbanização dispersa. Entretanto, o estudo intitulado *The Costs of Sprawl* – publicado em 1974 pela *Real Estate Research Corporation (RERC)* – continua sendo referência para qualquer pesquisador da área tanto por seu pioneirismo como por consistir na mais significativa crítica à dispersão e no mais influente estudo já empreendido.

²⁷ A troca da tubulação de amianto e/ou concreto por PEAD, material de maior resistência, confere maior durabilidade às redes, evitando rompimentos e, conseqüentemente, paradas no abastecimento para manutenção.

²⁸ Bonificações e despesas indiretas.

²⁹ As alterações introduzidas pelos autores na tabela original foram: terraplanagem média considerada como custo de pavimentação, assim como as guias e sarjetas. Foram eliminadas as taxas de projeto e administração e incluída uma taxa de 33%, a título de projeto (3%) e BDI (30%). O custo de energia elétrica e iluminação foi calculado para representar 12% do custo total.

Em suma, esse trabalho apresenta uma avaliação dos impactos da ocupação urbana dispersa nos custos de infra-estrutura, transporte, habitação, meio ambiente e qualidade de vida da população em seis hipotéticas áreas residenciais americanas, com 10.000 unidades habitacionais cada. As economias foram atribuídas em função do tamanho das áreas e do número de ocupantes de cada uma delas. As densidades de ocupação variavam da mais alta (19-20 unidades habitacionais por acre) até atingir as mais baixas (3-4 unidades habitacionais por acre).

O estudo mencionado concluiu que as altas densidades resultam em menores custos econômicos e ambientais, consumo de recursos naturais e alguns custos individuais para um determinado número de habitações.

Ressalte-se o relatório desenvolvido pela Transportation Research Board – National Council Research, em 1998 e revisado em 2000, denominado *Costs of Sprawl – Revisited*, no qual seus autores caracterizam duas dimensões da dispersão urbana: a residencial, baseada em grandes manchas habitacionais de baixa densidade, e a não-residencial, fruto de algumas atividades comerciais e industriais, além de introduzirem diferentes definições e apresentarem as principais características do fenômeno.

O trabalho menciona ainda a responsabilidades que os governos locais têm tido no processo de dispersão das cidades, na medida em que encorajam essas formas de crescimento por meio dos zoneamentos e setorizações empreendidos, legitimando, assim, a maneira tida como ideal de se viver pela parcela mais favorecida da população.

Os custos da urbanização dispersa podem ser simplificados, segundo o Sierra Club's Challenge to Sprawl Campaign, em cinco grandes categorias:

- Aumento dos custos de infra-estrutura, equipamentos e serviços públicos, e pavimentação de rodovias;
- Elevação dos custos de transporte;
- Elevação do consumo de terras agrícolas, áreas naturais e espaços abertos;
- Aumento da concentração de pobreza e aceleração do declínio socioeconômico nas cidades e antigos subúrbios, e
- Elevação da poluição e estresse urbano.

Meadows (2006) destaca que esses custos costumam ser pagos desconhecidamente pelos contribuintes através dos aumentos dos impostos urbanos, preços dos serviços públicos ou pelo gasto de mais tempo de espera nos congestionamentos. Os custos podem ser mensurados não apenas em termos de investimentos de capital, mas também em termos de diminuição de recursos em outras áreas.

Padrões morfológicos dispersos e os custos de infra-estrutura urbana

Os padrões morfológicos que caracterizam a urbanização dispersa encontram-se inter-relacionados com a provisão de infra-estruturas urbanas e a conseqüente elevação de seus custos, pois a construção de subúrbios periféricos, descontínuos e de baixa densidade, conduz a um processo de ocupação do solo extensivo e dispendioso que acarreta uma série de deseconomias na gestão urbana.

Segundo Mascaró (2005) a continuidade da ocupação do tecido urbano tem importância substancial no provimento de infra-estruturas urbanas, pois a presença de áreas desocupadas acarreta a ociosidade e a necessidade de se estender suas redes, tornando conseqüentemente a urbanização mais cara.

Para esse autor, a presença de áreas livres de uso público como áreas verdes, parques e praças também guarda uma relação diretamente proporcional com os custos de infra-estrutura, em que a quantidade dessas áreas livres por unidade de superfície acarreta maiores custos, ou seja, trata-se de um enfoque baseado na economia de concentração.

Embora grande parte da bibliografia sobre o tema recomende a subdivisão de pequenas áreas livres ao longo do tecido urbano, alegando vantagens paisagísticas, climáticas e ambientais assim como a facilidade de acesso por parte da população, o fracionamento dessas áreas em áreas menores espalhadas pela cidade encarece ainda mais o custo total de infra-estrutura urbana. Tal constatação prende-se ao fato de que os espaços livres costumam estar circundados por ruas edificadas com redes de infra-estrutura instaladas (água, esgoto, energia elétrica) utilizadas unicamente de um lado da rua.

Verifica-se, ainda, que os pequenos espaços vazios distribuídos pelo tecido urbano acarretam um desperdício maior no custo total das infra-estruturas urbanas do que os

grandes espaços vazios concentrados posto que estes ocasionam ociosidade apenas nas redes principais de infra-estrutura, poupando as redes secundárias.

Um parêntese deve ser feito quanto à participação das redes no custo total de um sistema de infra-estrutura, cuja rede principal tem um custo variável de cerca de 15 a 30 % do total, enquanto a rede secundária, de 70 a 85% do custo total. Importa ressaltar, que embora as redes principais por metro sejam mais caras, os comprimentos necessários são normalmente muito menores em cidades compactas, apresentando um comportamento inverso nas áreas urbanas dispersas.

Considera-se rede principal, no caso da água, a tubulação adutora de alta pressão que abastece os reservatórios dos bairros. No caso da energia elétrica, a rede de alta tensão que supre de energia elétrica os transformadores situados nos postes. Por fim, no caso do esgotamento sanitário, os grandes emissários que afastam os esgotos das ligações domiciliares.

Como redes secundárias são consideradas, no caso do abastecimento de água, as tubulações de menor pressão que se estendem até cada um dos usuários. No caso da energia elétrica, a rede de baixa tensão que abastece cada usuário do setor e, ainda, no caso do esgotamento sanitário, a rede coletora iniciada nas ligações prediais.

Além da questão da continuidade do tecido e da existência de vazios urbanos, outro aspecto morfológico que influencia os custos de infra-estrutura é a densidade, representada pelo número total da população de uma área específica, expressa em habitantes por determinada unidade de terra ou solo urbano (habitantes por hectare – hab./ha), ou o total de habitações de uma determinada área urbana, expressa em habitações por unidade de terra (habitações por hectare – habitação/ha).

No primeiro caso, denominado comumente de densidade bruta, refere-se a toda a área do parcelamento, incluindo ruas, acessos, espaços públicos e demais usos existentes no espaço urbano. Já no segundo caso, a densidade líquida abrange unicamente a área alocada para uso residencial.

Aciolly e Davidson (1998) ressaltam que, em princípio, quanto maior a densidade, melhor será a utilização e a maximização da infra-estrutura e solo urbano, pois as altas densidades garantem a maximização dos investimentos públicos em infra-estruturas, serviços e transportes, permitindo ainda uma utilização eficiente da quantidade de terra disponível. Considere-se ainda que são obtidas taxas mais elevadas de retorno dos investimentos públicos e uma maior geração de recursos por meio da coleta de taxas e impostos urbanos, assumindo-se assim a existência de benefícios que resultam da concentração, atividades e unidades construídas.

Em contraponto, as ocupações sob baixas densidades causam impactos na capacidade de pagamento e de retorno financeiro, sendo geralmente providas de serviços públicos a custos elevados, com manutenção cara e transportes coletivos técnica e economicamente inviáveis. As baixas densidades acarretam longas redes de infra-estrutura (em potencial estado de ociosidade) para um número reduzido de consumidores. Com isso elevam-se os custos de investimentos *per capita* tanto na instalação quanto na operação.

Esses autores, entretanto, alertam que os assentamentos humanos com densidade muito elevada (acima do planejado) podem, também, sobrecarregar e até mesmo causar uma saturação nas redes de infra-estrutura e serviços urbanos, acarretando maior pressão na demanda por solo urbano, terrenos e espaços habitacionais e, conseqüentemente, produzindo um ambiente urbano superpopuloso e inadequado ao desenvolvimento humano.

Daí derivam problemas como a concentração, saturação das redes de infra-estrutura e ineficiências que podem ser observadas nos diferentes sistemas urbanos como tráfego, drenagem, abastecimento de água e esgotamento sanitário, que logo se tornam saturados e obsoletos.

No caso específico dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, verifica-se que se por um lado as altas densidades tendem a facilitar a oferta e distribuição eficiente, em face da diminuição do comprimento das suas redes e elevação do número de usuários, por outro lado as baixas densidades permitem a adoção de soluções técnicas mais flexíveis e com base financeira mais adequada para um processo gradual de melhorias do sistema ao longo do tempo.

Acrescente-se, ainda, que em termos de saúde pública, as densidades muito baixas permitem o uso de sistemas de esgotamento *in loco* sem grandes impactos ambientais e de poluição, e colaboram para a redução dos riscos epidêmicos.

As densidades flutuantes também afetam drasticamente o consumo e a gestão dos serviços públicos e de infra-estrutura. A concentração de empregos, atividades e funções relacionadas ao setor terciário nas Áreas Centrais e Centros de Negócios (CBD – Central Business Districts) das cidades demandam elevados investimentos em infra-estrutura urbana, pavimentação, drenagem pluvial, gestão de tráfego e fornecimento de energia para um consumo ocioso em determinados períodos do dia. Assim, permanecem subutilizadas as infra-estruturas instaladas após o horário de encerramento do expediente de trabalho e nos finais de semana.

A concentração dos investimentos e atividades econômicas nas áreas centrais acarreta a consolidação de espaços urbanos monofuncionais marcados pelos congestionamentos, longos deslocamentos casa–trabalho–casa sob um padrão de mobilidade pendular, alto consumo de energia e combustível, e elevação da poluição do ar.

Da mesma forma que a densidade, insere-se a setorização urbana como sendo mais um aspecto morfológico inter-relacionado com o provimento de infra-estruturas urbanas. A disposição de áreas de uso exclusivo conduz a diferentes comportamentos nos sistemas urbanos. Por um lado, a setorização facilita a coleta seletiva dos resíduos sólidos e permite a adoção de soluções econômicas de esgotamento sanitário. Por outro ocasiona a subutilização das redes de energia elétrica.

A configuração espacial dos assentamentos urbanos, abrangendo a forma e o tamanho da área urbanizada, também consiste em um aspecto relevante para o provimento de infra-estruturas urbanas e para aferição do grau de eficiência e produtividade das cidades.

A estrutura urbana determinada pela malha viária influencia o tipo de traçado das redes de infra-estrutura e, por conseguinte, os seus custos. A adoção do desenho urbano em malha xadrez encarece as redes, pois acarreta uma maior extensão para o mesmo número de habitações atendidas, enquanto os traçados baseados em hierarquização viária (uma

principal e outras secundárias, sem saída, que derivam da principal) são mais econômicos, pois levam a uma menor extensão das redes, além de a uma otimização de suas capacidades, como, por exemplo, para a pavimentação.

Verifica-se, por fim, que dentre os principais fatores morfológicos da urbanização dispersa que interferem na infra-estrutura urbana, consideram-se mais relevantes a densidade da ocupação, a forma urbana, a continuidade do seu tecido e a setorização rígida das atividades urbanas.

Novas alternativas no combate à urbanização dispersa

Nos Estados Unidos alguns movimentos políticos e sociais como o Sierra Club, o Sprawl City e o Smart Growth vem promovendo um verdadeiro arsenal argumentativo contra os efeitos acarretados pela urbanização dispersa, mediante a divulgação de uma série de estudos que se apresentam como alternativas no combate à dispersão urbana.

O estudo de Burchell (2000) tem sido referência para o tema ao contrastar os conceitos de *Sprawl* e *Smart Growth*. Pelo conceito de *Sprawl*, trata das ocupações urbanas, de baixa densidade, que ocupam grandes extensões de terras, acarretando forte dependência do veículo privado e crescentes exigências de infra-estrutura viária. Por meio do conceito de *Smart Growth* delinea uma alternativa viável para as cidades dispersas, reconhecendo algumas áreas estratégicas para a conexão entre os centros urbanos e suas áreas periféricas, que deverão ser objeto de ações de adensamento, requalificação ou revitalização, assim acarretando não só a otimização da ocupação territorial, a redução dos custos de infra-estrutura e de equipamentos, mas a melhoria na qualidade de vida e no meio ambiente.

O autor mostra que, pela adoção do *Smart Growth*, podem-se diminuir sensivelmente os custos urbanos sob os seguintes percentuais: consumo de terras não-ocupadas (10-40%), estrutura viária (20-25%), infra-estrutura urbana de abastecimento de água e esgoto (15-20%) e equipamentos públicos comunitários (3-10%).

Ainda tendo como pano de fundo os problemas resultantes da urbanização dispersa, emergiram as idéias do *new urbanism* (novo urbanismo) que, em determinados casos, assume

denominações como *transit-oriented development*, *traditional neighborhood development* ou *neotraditional design*³⁰.

Trata-se de um conjunto de políticas e princípios de projetos urbanísticos destinados a operar as múltiplas escalas do desenvolvimento urbano, relacionando o espaço regional com o local por meio de uma melhor articulação do desenho urbano com os sistemas viário e de transportes, e do estímulo do parcelamento de solo por meio de uma retomada da organização das áreas residenciais sob o modelo das vizinhanças tradicionais.

Os seus preceitos encontram-se consolidados em um documento denominado Carta do Novo Urbanismo³¹ que estabelece um conjunto de 21 diretrizes associadas à formação do espaço regional, da cidade e do bairro, com a intenção de organizar sistemas regionais articulando áreas urbanizadas centrais com as cidades menores, em setores bem delimitados do território, evitando a ocupação dispersa; valorizar a acessibilidade por transportes coletivos; favorecer a superposição do uso do solo como forma de reduzir percursos e criar comunidades compactas; estimular o processo de participação comunitária; e retomar o urbanismo tradicional no que se refere ao arranjo das quadras e da arquitetura.

Destaca-se, entretanto, que apesar de toda a divulgação que vem recebendo e dos diversos projetos realizados, o Novo Urbanismo vem recebendo diversas críticas que ressaltam, sobretudo, os ínfimos resultados no planejamento regional, a sua reduzida adequação ao gerenciamento público, as incoerências entre as densidades demográficas, os usos e o sistema de transporte proposto.

No Brasil, com o advento do Estatuto da Cidade, aprovado mediante a Lei Federal n.º 10.257 de 10 de julho de 2001, que regulamentou os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, foi conferido aos municípios um conjunto de instrumentos de política urbana que podem ser utilizados no gerenciamento da urbanização dispersa, a exemplo da outorga onerosa do direito de construir, do parcelamento e edificação compulsórios, das operações urbanas consorciadas e do IPTU progressivo.

³⁰ A denominação “transit-oriented” vem sendo adotada nos projetos de Peter Calthorpe, que enfatiza os transportes regionais, enquanto Andres Duany e Elizabeth Plater-Zyberg vêm utilizando “traditional neighborhood development” ou “neotraditional design” quando tratam apenas de uma cidade ou bairro.

³¹ A Carta do Novo Urbanismo, de 1996, é o documento de referência do IV Congresso do Novo Urbanismo que estruturou os conceitos teóricos do movimento.

Entretanto a utilização desses instrumentos deverá estar prevista no Plano Diretor, de elaboração obrigatória para todas as cidades com mais de 20 mil habitantes, que sejam integrantes de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas, integrantes de áreas de especial interesse turístico ou que estejam inseridas na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito nacional ou regional.

No capítulo seguinte, serão apresentadas as características específicas da urbanização dispersa na área de estudo, contextualizando-a com as suas origens históricas e com os instrumentos da política urbana aplicados na gestão urbana que lhe conferiram algumas das peculiaridades espaciais. Serão apresentadas também algumas evidências encontradas e as formas de mensuração do fenômeno que permitam contextualizá-las com as questões de saneamento e infra-estrutura no Distrito Federal descritas no Capítulo 5.

Capítulo 4 – Caracterizando a urbanização dispersa no Distrito Federal

O processo de ocupação territorial do Distrito Federal

Para melhor compreender a complexidade da estrutura espacial do Distrito Federal é necessário observar o processo de ocupação de seu território sob uma perspectiva histórica, já que grande parte das peculiaridades hoje encontradas advém de circunstâncias próprias da criação da cidade.

A implantação de Brasília representa um marco divisor dentre as ações para ocupação do Planalto Central Brasileiro e um símbolo de afirmação da política nacional-desenvolvimentista de base territorialista, dominante no Brasil na década de 1950. Esta doutrina depositava no Estado o papel de promotor do desenvolvimento econômico e social, fundamentando seu discurso na magnitude das dimensões territoriais e populacionais do país e na necessidade de se promover a integração nacional.

Com o final da Segunda Guerra Mundial (1939/1945), o Brasil atravessa uma época de prosperidade econômica com grandes saldos cambiais estrangeiros que se acumularam em face das drásticas reduções das importações durante a guerra. (BRESSER PEREIRA, 1983)

Meta-síntese do projeto de modernização do País – o “Plano de Metas”³² elaborado no Governo de Juscelino Kubitschek (1956/1960) –, a construção de Brasília representa o momento em que o país busca abandonar o modelo econômico agrário-exportador e avançar rumo ao processo de industrialização almejado na época, sendo para isso necessário levar o desenvolvimento para o interior, até então isolado da rede de cidades brasileiras.

³² O Plano de Metas de JK selecionou 31 setores da vida nacional e estabeleceu metas quantificadas para cada um deles. Ei-los: energia elétrica, energia nuclear, carvão mineral, petróleo produção, petróleo refino, ferrovias reaparelhamento, ferrovias construção, rodovias pavimentação, serviços portuários e de dragagem, marinha mercante, transportes aeroviários, trigo, armazéns e silos, armazéns frigoríficos, matadouros industriais, mecanização da agricultura, fertilizantes, siderurgia, alumínio, metais ferrosos, cimento, álcalis, celulose e papel, borracha, exportação de minérios de ferro, indústria automobilística, construção naval, indústria mecânica, formação de pessoal técnico e construção de Brasília.

Em 1960, a região do Planalto Central era um enorme vazio demográfico. A área possuía cerca de 2,3 milhões de quilômetros quadrados, abrangendo os estados de Goiás, Mato Grosso (Norte e Sul), Rondônia, Noroeste de Minas, oeste da Bahia e sul do Maranhão e Piauí, com uma população de cerca de 3 milhões de habitantes, quando a população do Brasil era de 70.992.343 habitantes.

Nos limites do quadrilátero do Distrito Federal, onde existiam apenas as cidades goianas de Planaltina e de Brazlândia, além de 92 fazendas utilizadas para pecuária extensiva e agricultura de subsistência, a nova capital emergiu como um grande empreendimento governamental, em meio ao cenário de euforia da Era Kubitschek. Teve no projeto urbanístico de Lúcio Costa, vencedor do Concurso Público para o Plano Piloto de Brasília, o seu ponto de partida e principal elemento estruturador do espaço.

Simbolizando a modernidade, Brasília tem sua concepção alinhada com os paradigmas do modernismo. O projeto urbanístico de Lúcio Costa, baseado nos princípios modernistas prescritos pelos Congressos Internacionais de Arquitetura Moderna – CIAM, documentados na Carta de Atenas, integrou também outros fundamentos urbanísticos propostos por Ebenezer Howard para a “Cidade Jardim” e por Arturo Soria Y Mata para a “Cidade Linear”, além de raízes empíricas das cidades do interior do Brasil e das cidades greco-romanas. (CARPINTERO, 1998)

Entretanto, Ribas (1988, apud RIBAS, 2004) sugere que a utilização do viés sanitário do urbanismo moderno é outra influência percebida em Brasília, na qual determinadas variáveis dos condicionantes físicos foram privilegiadas em detrimento de outras, quando da elaboração de sua proposta original.

Os postulados da Carta de Atenas objetivavam, historicamente, uma melhor qualidade de vida cidadina pelo afastamento dos setores industriais das áreas residenciais. Procuravam especialmente a melhoria da qualidade do ar, e pouco relacionavam com outros recursos naturais – como solo, por exemplo. Ao contrário, houve maior preocupação com o desempenho do tráfego, traduzido por malhas retilíneas/ortogonais que com a fragilidade/sensibilidade do terreno. No DF, essa sensibilidade associada à falta de infra-estrutura de drenagem contribuiu consideravelmente com a degradação dos solos pela aceleração da energia cinética das águas pluviais, notadamente em pontos sensíveis. (op. cit., p. 31)

Verifica-se que o Plano Piloto de Lúcio Costa pautou-se nas orientações contidas no Relatório Belcher ³³ para a definição de sua localização física, sobretudo no que concerne a mananciais e drenagem pluvial e, além disso, propôs a ocupação urbana unicamente na margem oeste do Lago Paranoá como forma de facilitar o esgotamento sanitário e, sobretudo para realçar a majestosa paisagem característica do sítio. (CARPINTERO, 2003)

O pensamento progressista que dominou o período de criação e transferência da Nova Capital ensejou a adoção de algumas medidas político-administrativas que guardam repercussões até os dias atuais.

A primeira delas foi a estatização do solo, ou seja, o controle da estrutura fundiária por parte do Estado, que resultou na idéia de desapropriação das terras do quadrilátero do Distrito Federal, nunca concluída de forma integral. Isso permitiria ao Estado não só o controle do solo como também a obtenção dos recursos provenientes das glebas rurais que seriam, aos poucos, transformadas em loteamentos urbanos. A princípio esses recursos seriam suficientes para pagar os custos de construção, implantação e manutenção da nova cidade.

Registra-se outra peculiaridade, que fez diferir a ocupação territorial do Distrito Federal das demais cidades brasileiras, a atuação do Estado como planejador, construtor, financiador e proprietário do uso do solo urbano e rural, cabendo exclusivamente a ele a oferta de áreas no território, situação que perdurou até 1992.³⁴

Há de se destacar, ainda, a concepção especial do Distrito Federal como uma unidade político-administrativa diferenciada, que conjuga atribuições tanto de estado quanto de município. Originalmente, sua administração esteve vinculada ao governo central como forma de se evitar as possíveis ingerências na sua administração, o que só veio a ser modificado com a autonomia política do Distrito Federal conquistada com o advento da Constituição Federal de 1988.

³³ O Relatório Belcher consistiu em um levantamento sobre o meio físico, elaborado pela empresa americana Donald Belcher & Associates Incorporated, para selecionar por fotointerpretação os sítios mais adequados à construção da futura capital.

³⁴ A possibilidade de o particular parcelar o solo no Distrito Federal foi estabelecida com a aprovação do Plano Diretor de Ordenamento Territorial aprovado pela Lei n.º 353/1992.

Ressaltam-se, ainda, outras diretrizes vanguardistas incorporadas à construção da cidade, a exemplo da implantação de rodovias considerando a delimitação de bacias hidrográficas, a criação de núcleos rurais sob a forma de arrendamentos e a criação de estratégicas Unidades de Conservação. (RIBAS, 2004)

A idéia original restringia-se ao Plano Piloto, rodeado por um cinturão verde e somente após a sua consolidação como núcleo principal, ou seja, quando este atingisse cerca de 500.000 habitantes, é que surgiriam as outras cidades autônomas, à luz do que foi idealizado para o crescimento das cidades-jardins.

Entretanto, a dinâmica da realidade social que resultou dos elevados fluxos migratórios modificou essa concepção inicial, ao antecipar, mesmo antes da inauguração da capital, o surgimento de cidades-satélites para abrigar as populações dos operários pioneiros e de invasões que se localizavam nas imediações dos canteiros de obras. Sublinha-se que o crescimento descontrolado da população e do número de invasões acarretou numa política de criação de cidades-satélites voltadas a conter o crescimento do Plano Piloto.

Dessa forma, surgem Taguatinga, em 1958, com a transferência da Vila Amauri, inserida na área de inundação do Lago Paranoá, e Sobradinho em 1960, para alocar os moradores dos acampamentos das empresas empreiteiras do Dnocs e populações residuais da Vila Amauri. No mesmo ano, tem início a cidade do Gama para abrigar moradores dos acampamentos do Paranoá, Vila Planalto e remanescentes da Vila Amauri. Em 1961, surge o Núcleo Bandeirante fixando a “Cidade Livre” que servira de apoio à construção de Brasília e que deveria desaparecer após a sua inauguração. O Guará surge em 1966, para absorver a população oriunda de invasões, acampamentos e servidores públicos. Já em 1970, é criada a Ceilândia com o objetivo de transferir os moradores das Vilas Tenório, Esperança, IAPI e Morro do Querosene, dentre outras.

Verifica-se que a criação sistemática desses núcleos urbanos periféricos, além da incorporação das cidades goianas preexistentes – Planaltina (1859) e Brazlândia (1933) – como cidades-satélites acarretou a estrutura conceituada por Paviani (1985) como polinucleada para o conjunto urbano do Distrito Federal, tendo o Plano Piloto como centro e as demais cidades-satélites localizadas fora da bacia do Paranoá com o intuito de preservá-lo.

Outra alteração relevante que se percebe a partir de 1970 foi o surgimento de loteamentos urbanos nas terras rurais dos municípios goianos adjacentes, muito valorizadas com a implantação de Brasília, sobretudo aquelas situadas nas proximidades dos principais eixos de conexão com o Distrito Federal que, quase sem restrições de ocupação, passaram a absorver parte dos fluxos migratórios destinados à capital.

A política de contenção do afluxo populacional, promovida ao longo dos anos 1980, centrou-se no controle coercitivo do governo local sobre as ocupações urbanas dos segmentos mais baixos de renda, acabando por fortalecer a especulação imobiliária e, conseqüentemente, privilegiar a informalidade.

Para o enfrentamento dessa questão, a partir de 1989, o Governo do Distrito Federal encampa o Programa de Assentamento de População de Baixa Renda voltado para alocar a população que ocupava áreas irregulares e fundos de lotes, trazendo como conseqüência o reordenamento espacial das áreas urbanas com a criação de novos núcleos como Samambaia (1989), Paranoá (1989), Santa Maria (1993), Recanto das Emas (1993) e Riacho Fundo (1993).

Decorre que a dinâmica da ocupação territorial do Distrito Federal definiu um arquipélago de cidades, com dimensões variadas, que seguiam um modelo de ocupação baseado na ocupação horizontal e extensiva do solo urbano, com predomínio de habitações unifamiliares, separadas por grandes extensões de áreas verdes da área central.

Verifica-se, a partir de 1980, a transformação desse cenário de ocupação polinucleada em um modelo de dispersão residencial, com o surgimento dos loteamentos clandestinos³⁵, grandes áreas residenciais informais, de ocupação linear, baixas densidades, que somadas às demais ocupações existentes reforçam o padrão de urbanização dispersa do Distrito Federal, presente desde a origem.

Aliado à consolidação dos loteamentos clandestinos, usualmente denominados “condomínios”, o panorama da dispersão urbana no Distrito Federal tem sido reforçado

³⁵ Malagutti (1999) considera como clandestinos os loteamentos implantados sem a devida aprovação do Poder Público e irregulares aqueles que embora tenham sido aprovados foram executados em desacordo com a legislação vigente.

com o crescimento das cidades do seu entorno imediato, que superam em intensidade o do Distrito Federal.

Por entorno imediato aqui são entendidos os municípios goianos de Águas Lindas, Santo Antônio do Descoberto, Cidade Ocidental, Valparaíso e Novo Gama, pois além de agregarem a área de maior procura por habitação fora do Distrito Federal, estão localizados na sua área de influência e relacionados ao Distrito Federal tanto pelo processo de conurbação quanto pela polarização econômica por ele exercida.

Atualmente, a aglomeração urbana de Brasília incorpora as características de cidade difusa (INDOVINA, 1990) não apresentando uma definição clara quanto ao seu perímetro urbano. Em lugar deste, configura-se uma mancha de urbanização descontínua, que cresce sob diferentes intensidades.

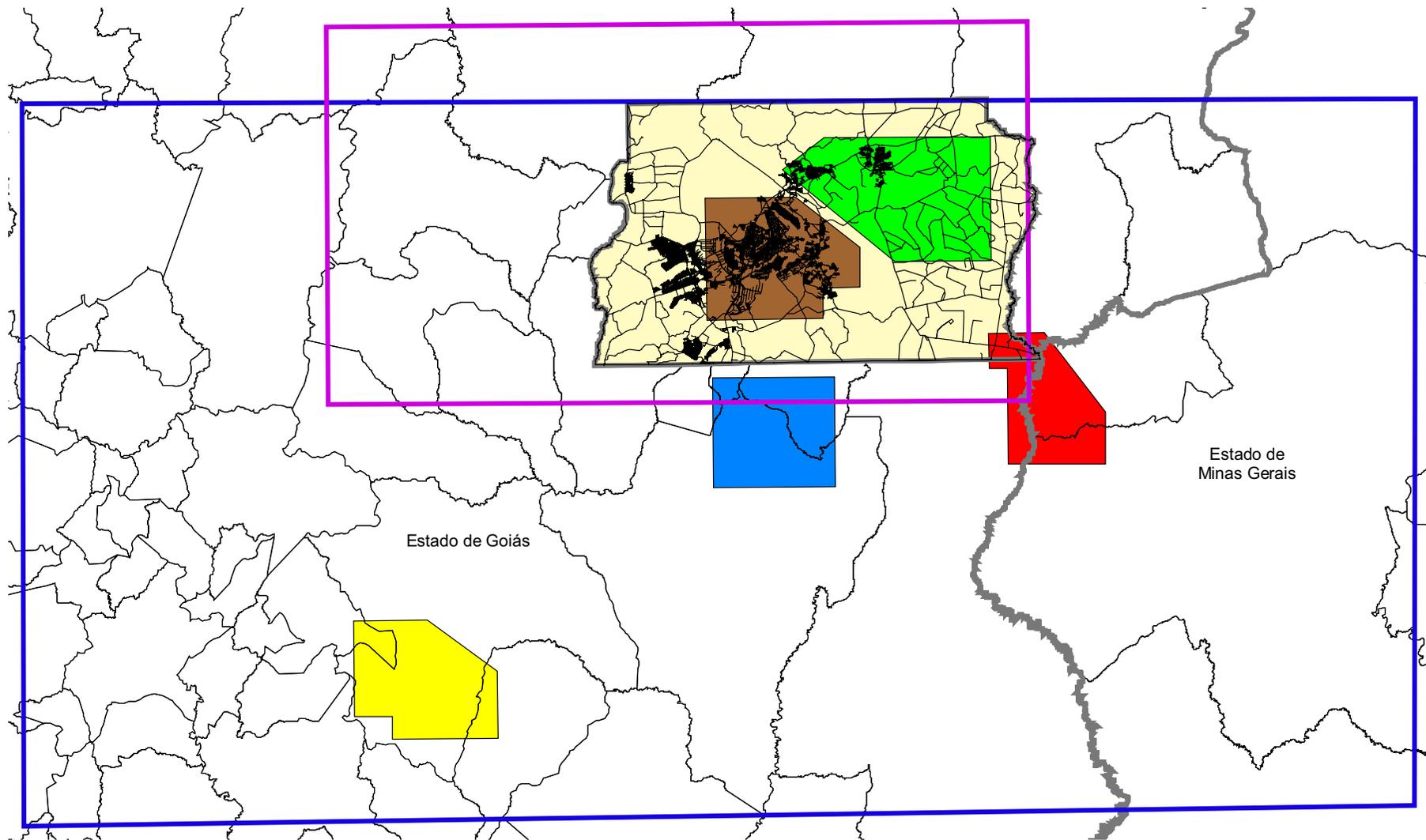
O papel dos planos de organização territorial na consolidação do território

A configuração territorial atual do Distrito Federal está diretamente relacionada com as diferentes concepções de planejamento constantes dos planos de ordenamento territorial e demais instrumentos legais adotados pelo Estado, ao longo do tempo, para viabilizar a implantação e consolidação de Brasília como capital federal e sua preservação na condição de patrimônio cultural.

Antecedendo a construção de Brasília, foi realizada uma série de levantamentos sobre o meio físico, envolvendo aspectos como drenagem, paisagem natural e geologia, que constam do Relatório Técnico da Nova Capital – Relatório Belcher, elaborado com o intuito de descobrir as vocações e limitações naturais da área que viria abrigar a futura capital.

Executado sobre uma área de 50.000 km², o Relatório elaborado pela empresa americana Donald Belcher & Associates apontou cinco alternativas de sítio, designadas por cores, para a construção da cidade, a saber: sítio vermelho, sítio amarelo, sítio azul, sítio verde e sítio castanho. (Mapa 1)

Nessas cinco áreas foi feita uma análise minuciosa dos aspectos de configuração do terreno, tipos de solo, profundidade da rocha firme, potencial hidráulico, altitude, capacidade de abastecimento de água, microclima, possibilidade de conexão com rodovias-tronco e ferrovias, e acidentes naturais que pudessem ser aproveitados para fins recreativos. Recai a escolha final sobre o sítio castanho.



Legenda

Relatório Belcher:

- Retângulo Belcher
- Sítio Castanho
- Sítio Amarelo
- Sítio Azul
- Sítio Verde
- Sítio Vermelho

Relatório Cruls:

- Quadrilátero Cruls
- Distrito Federal
- Limites estaduais
- Limites municipais



Escala: 1:1.250.000

Figura 05

Sítios do Relatório Belcher e Quadrilátero Cruls

Fonte: Codeplan. Relatório técnico sobre a nova capital da república – relatório Belcher. Brasília, 1964

As orientações constantes do Relatório Belcher relativas aos mananciais de abastecimento e drenagem foram obedecidas quando do estabelecimento da localização do Plano Piloto de Lúcio Costa e do Lago Paranoá.

Verifica-se que do ponto de vista de ordenamento territorial o plano urbanístico de Lúcio Costa abrangia tão-somente o núcleo urbano em construção da Nova Capital, já que as cidades-satélites, que ocorreram paralelamente à implantação de Brasília, só eram previstas após a sua consolidação, ou seja, quando atingisse um limite populacional de 500.000 habitantes. (Figura 2)

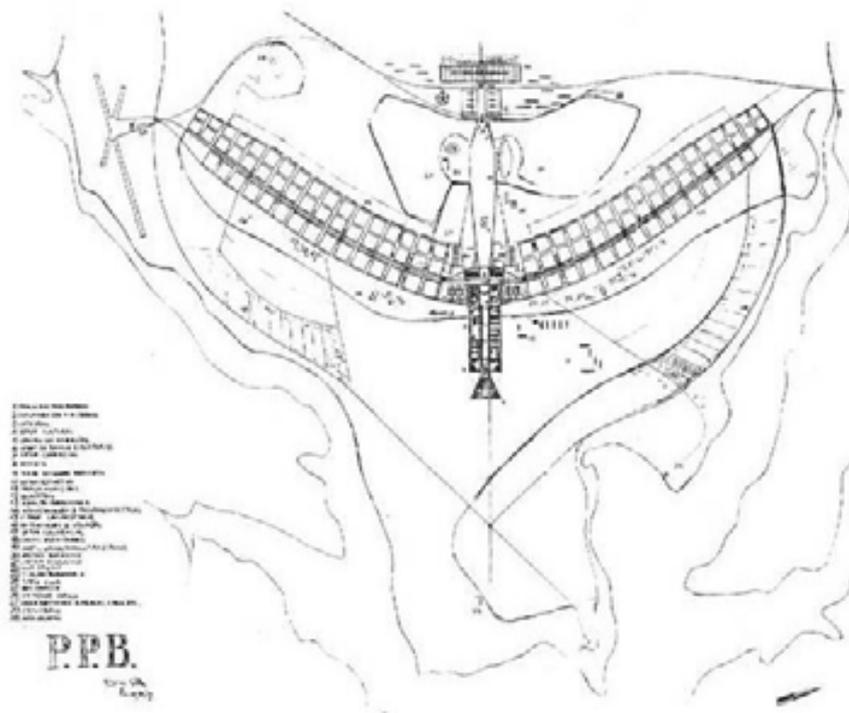


Figura 2 – Plano Piloto de Brasília projetado por Lúcio Costa
Fonte: Relatório do Plano Piloto de Brasília

No que se refere à organização dos espaços do Distrito Federal, considera-se como primeira referência legal o Decreto Federal n.º 163, de 26 de fevereiro de 1962, que dispôs sobre a necessidade de disciplinar as áreas rurais e urbanas do território³⁶. Entretanto, o Plano Diretor de Águas, Esgotos e Controle da Poluição, elaborado em 1970 pela empresa Planidro, embora feito sob abordagem sanitária, consiste na primeira proposta geral de zoneamento do Distrito Federal. (Figura 3)

³⁶ O Decreto Federal n.º 163/1962 divide as terras do Distrito Federal em: a) Área Metropolitana (compreendida pela bacia formadora do rio Paranoá, circunscrita pela Estrada Parque do Contorno – EPCT, isto é, dentro dos limites da então faixa sanitária); b) Área das Cidades-Satélites; e c) Área Rural, que abrangia toda a superfície restante do território.

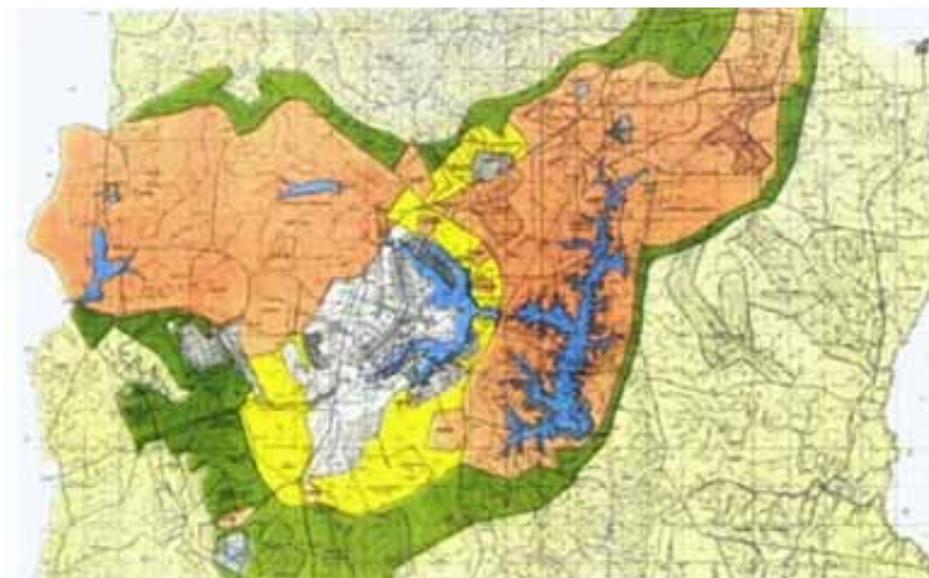


Figura 3 – Zoneamento do Planidro
Fonte: Seduma

Esse documento recomendava a não-ocupação dos espaços livres na bacia do Paranoá, estabelecendo sobre ela uma zona de proteção que não deveria ser adensada, sendo até mesmo fixado seu limite populacional. Isso se tornou uma premissa básica no planejamento do Distrito Federal e influenciou todos os planos elaborados posteriormente. Sob esse enfoque, consolidou-se o padrão de isolamento do Plano Piloto na estruturação espacial da cidade e instaurou-se a lógica de distância entre a área central da cidade e as áreas mais pobres e densas que surgiam ao longo do tempo.

O Relatório do Plano Piloto vigorou como único instrumento de ordenamento territorial até 1978, quando foi aprovado o Plano Estrutural de Ordenamento Territorial do Distrito Federal – PEOT que, elaborado no contexto dos grandes Planos de Desenvolvimento Nacionais e Regionais³⁷, definiu a estrutura urbana da capital, incorporada posteriormente por todos os demais planos elaborados no Distrito Federal.

O PEOT foi uma proposta de reordenação espacial que buscava o crescimento equilibrado do território, por meio do direcionamento das áreas de expansão urbana e pela minimização, gradativa, da estrutura polinucleada e desarticulada dos núcleos urbanos existentes, que seriam substituídos por um tecido mais articulado, que diminuísse os custos sociais do transporte urbano e de infra-estrutura.

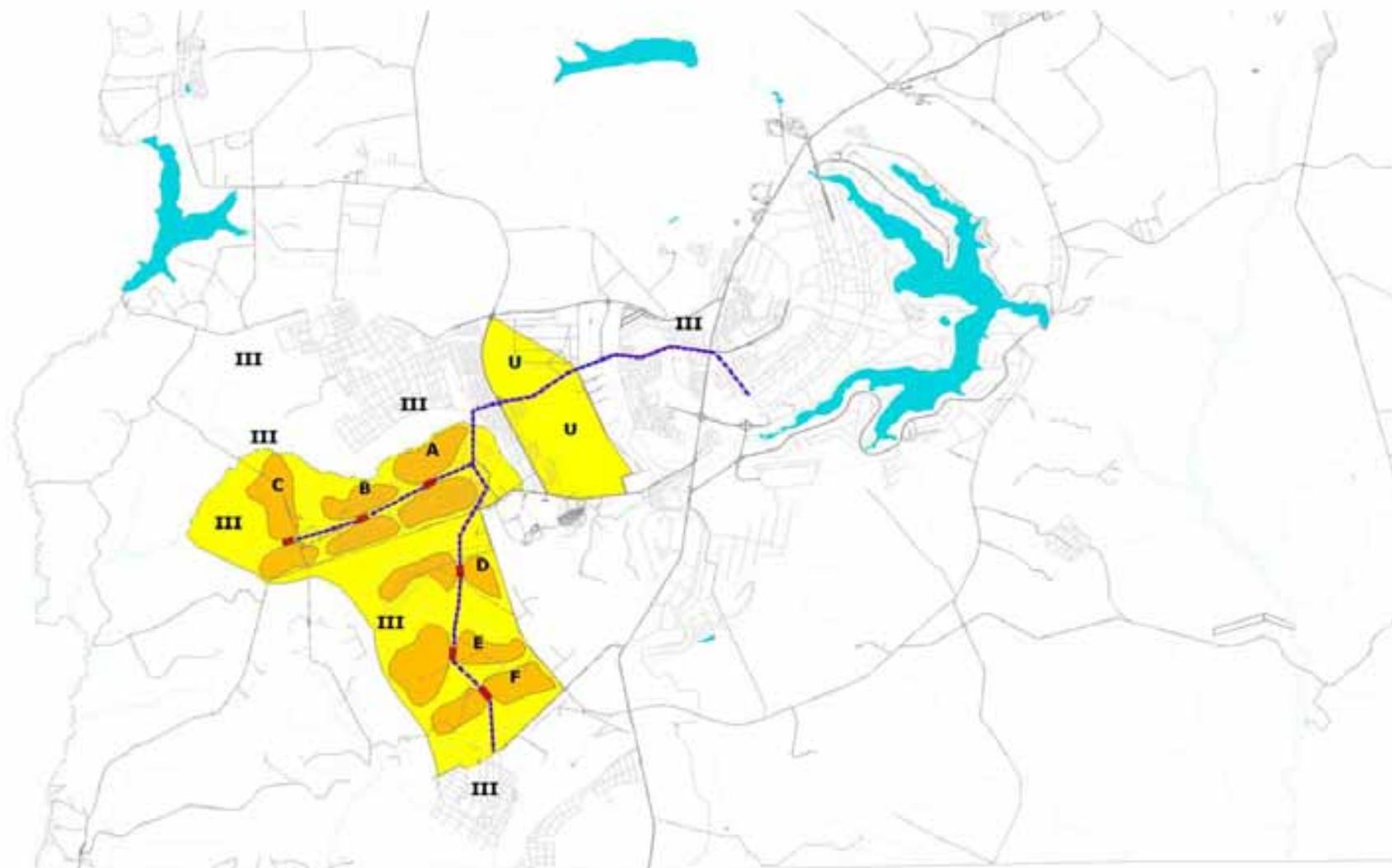
³⁷ O II Plano Nacional de Desenvolvimento – PND, o Programa de Desenvolvimento da Região Geoeconômica de Brasília – Pergeb e o Programa de Desenvolvimento Regional do Cerrado – Polocentro.

Tratava-se, assim, de uma tentativa de romper com o isolamento do Plano Piloto por meio da indicação de novas alternativas para ocupação urbana, que seriam definidas a partir de duas variáveis – transportes e saneamento. Para tal, foram utilizados diferentes cenários de ocupação, que subsidiaram a definição das áreas que deveriam ser preservadas, conservadas e dinamizadas.

O Plano Estrutural de Ordenamento Territorial ensejou duas ordens de limitações físicas adotadas no planejamento do Distrito Federal: a preservação dos mananciais hídricos para abastecimento, sobretudo, os dos rios Descoberto e São Bartolomeu, e a proteção da bacia do lago Paranoá. O PEOT estabeleceu, ainda, como eixo de crescimento mais adequado à expansão urbana o quadrante sudoeste do território, ainda hoje privilegiado nas ações de planejamento.

A área de expansão prevista no Plano estruturava-se em três zonas. A primeira, denominada Área U – que corresponde às áreas adjacentes a Taguatinga, ao longo da EPCT, onde hoje se localiza Águas Claras – destinava-se a atividades habitacionais e institucionais. A segunda – entre os núcleos de Taguatinga e Ceilândia e a rodovia BR-060 (Brasília–São Paulo), em direção ao município de Santo Antônio do Descoberto – tinha sua ocupação estruturada em três núcleos habitacionais (A, B e C), dispostos ao longo de um eixo de transporte de massas. Hoje, Samambaia localiza-se na área indicada entre os núcleos A e B. A terceira – a oeste da EPCT, entre as rodovias BR-060 e o Gama – foi também estruturada em três outros núcleos habitacionais (D, E e F), que foram previstos ao longo de outro eixo do transporte de massas. (Mapa 2)

Em 1985, é elaborado o Plano de Ocupação Territorial – POT que, consolidando as propostas contidas no PEOT, ratifica o vetor sudoeste como favorável a expansão urbana e restringe a ocupação dos núcleos urbanos situados à montante dos rios São Bartolomeu e Descoberto. Estabelece, ainda, um zoneamento baseado nas características físicas do território, que envolvia grandes áreas ambientais (naturais, rurais e urbanas) com usos predominantes e exclusivos, abrangendo as seguintes categorias de uso: ZRU – Zonas Rurais, ZUR – Zonas Urbanas, ZUP – Zonas de Urbanização Prioritária, ZIA – Zonas de Interesse Ambiental e ZOR – Zonas de Ocupação Restrita. (Mapa 3)



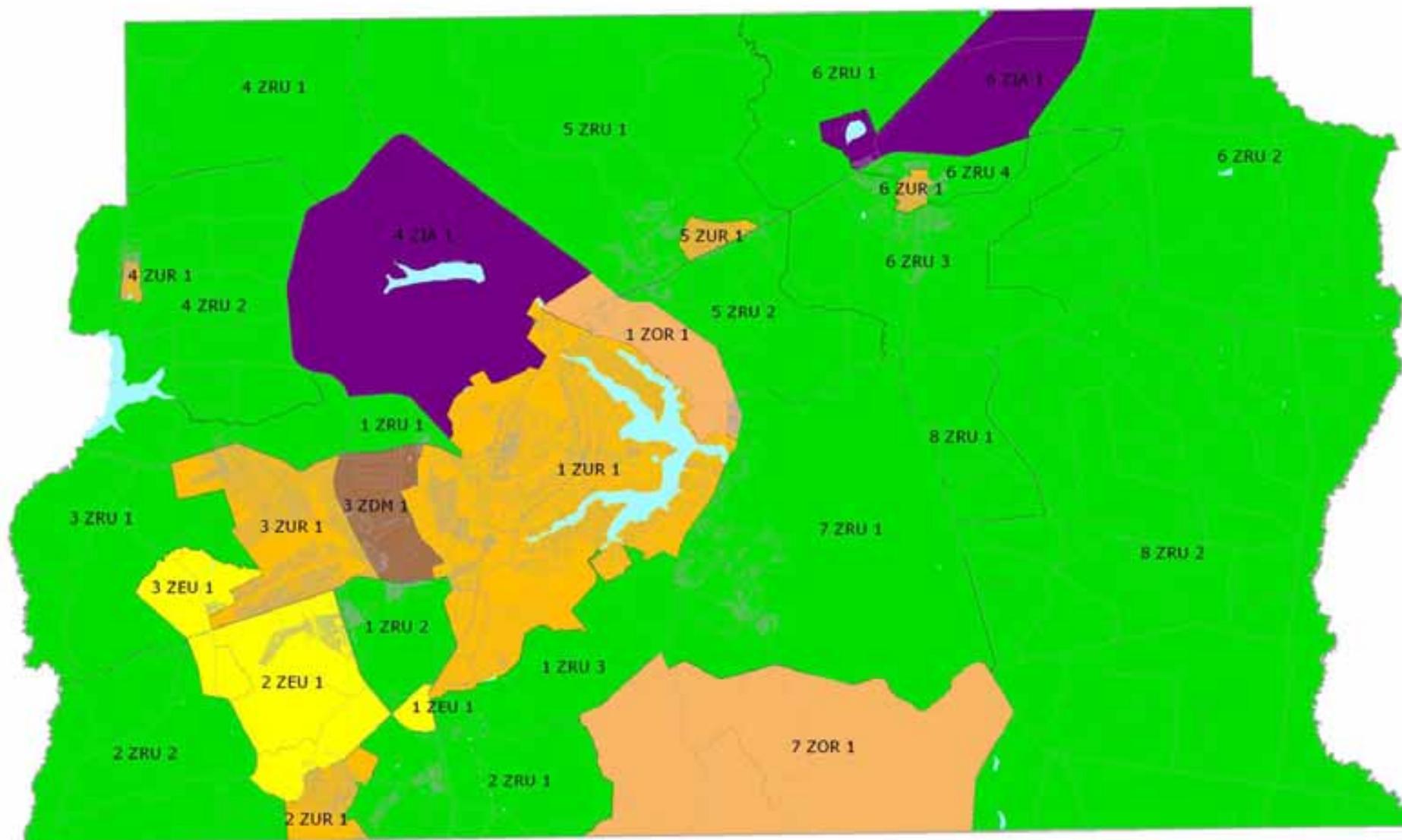
Legenda

- Areas Centrais
- Areas Complementares
- Novos Assentamentos
- Lagos
- III - Indústria e Abastecimento
- U - Universidades e Centros de Pesquisa
- Transporte de massa

- Malha Urbana
- Malha Viária
- Hidrografia
- Ferrovia



Plano Estrutural de Organização Territorial do Distrito federal - PEOT



Legenda

- ZDM - Zonas de Destinação Mista
- ZEU - Zonas de Expansão Urbana
- ZIA - Zonas de Interesse Ambiental
- ZOR - Zonas de Ocupação Restrita
- ZRU - Zonas Rurais
- ZUR - Zonas Urbanas

- Limite das RAs
- Lagos
- Malha Viária



Macrozoneamento do POT (Mapa 03)

Decreto n.º 12.987/90

Embora o POT nunca tenha sido homologado em virtude de mudanças políticas e descontinuidades entre programas de governo, ele instaura a tradição dos macrozoneamentos no planejamento do Distrito Federal. Além disso, desenha a estrutura básica de um sistema de planejamento da ocupação territorial e a criação de um conselho consultivo superior de planejamento que contasse com a participação da sociedade, muito semelhante ao que ainda vigora hoje.

No ano seguinte, é elaborado o Plano de Ocupação e Uso do Solo – Pouso, redefinindo alguns pontos menores do macrozoneamento constante do POT. Em linhas gerais, confirma o não-adensamento do Plano Piloto, preocupa-se com as bacias do Paranoá, Descoberto e São Bartolomeu, estabelece algumas medidas restritivas em resposta às ocupações irregulares e institui a exigência de Estudos de Impacto Ambiental antes de qualquer intervenção urbanística. O partido adotado no seu macrozoneamento instituiu as seguintes categorias de uso: a) ZUR – Zonas Urbanas, ZEU – Zonas de Expansão Urbana, ZDM – Zonas de Destinação Mista, ZOR – Zonas de Ocupação Restrita, ZIA – Zonas de Interesse Ambiental e ZRU – Zonas Rurais. (Mapa 4)

Na mesma época, através do relatório “Brasília Revisitada”, Lúcio Costa faz uma reinterpretação do relatório inicial propondo a sua complementação urbanística, embora sem fazer qualquer referência ao planejamento global do território. Esse documento, contrariando todas as diretrizes de planejamento da época, propõe o adensamento da bacia do Paranoá, destacando seis possíveis áreas de expansão nas adjacências do Plano Piloto, onde, dentre elas, hoje se situam o Setor Sudoeste, a Vila Planalto e a cidade do Paranoá. (Figura 4)

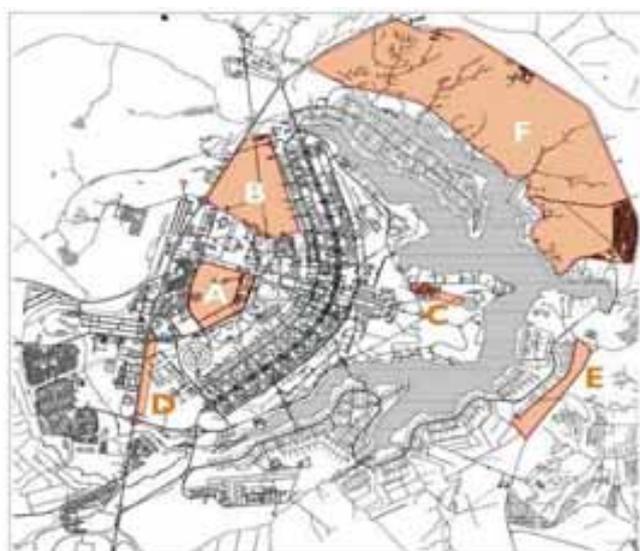
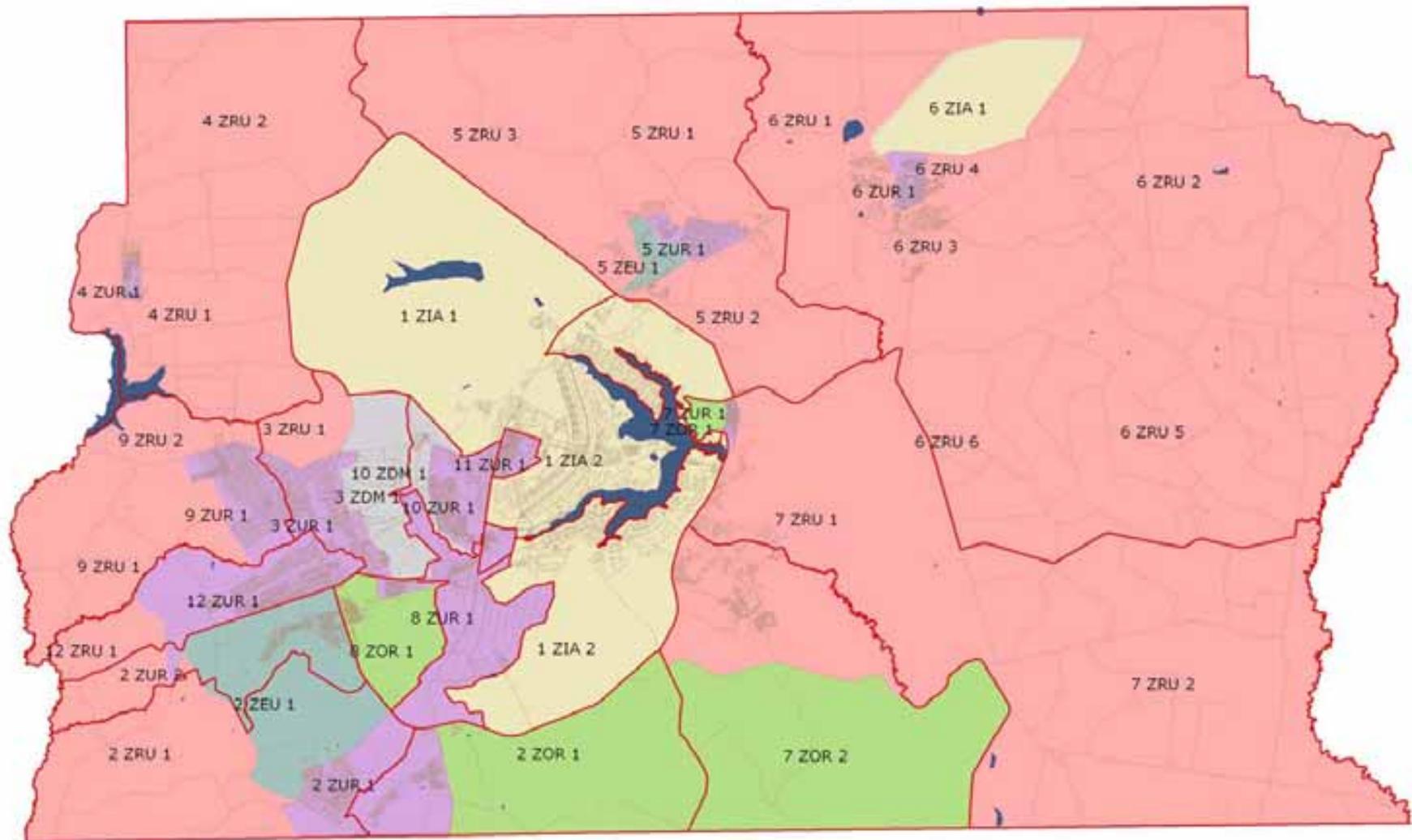


Figura 4 – Áreas destinadas à complementação urbanística do Plano Piloto. (A – Bairro Oeste Sul, B – Bairro Oeste Norte, C – Quadras Vila Planalto, D – Quadras da EPIA, E – Asa Nova Sul, F – Asa Nova Norte)
Fonte: Brasília Revisitada.



Legenda

- ZDM - Zonas de Destinação Mista
- ZEU - Zonas de Expansão Urbana
- ZIA - Zonas de Interesse Ambiental
- ZOR - Zonas de Ocupação Restrita
- ZRU - Zonas Rurais
- ZUR - Zonas Urbanas

- Limite das RAS
- Lagos
- Malha Viária
- Hidrografia



Macrozoneamento do POUSO

Decreto n.º 12.987/90

Em 1987, baseado no documento “Brasília 57/85 do plano piloto ao Plano Piloto”, o Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – Iphan propõe o tombamento da concepção urbanística de Brasília e, ainda nesse ano, a cidade é inscrita na “Lista de bens patrimônio da humanidade”, pela Unesco.

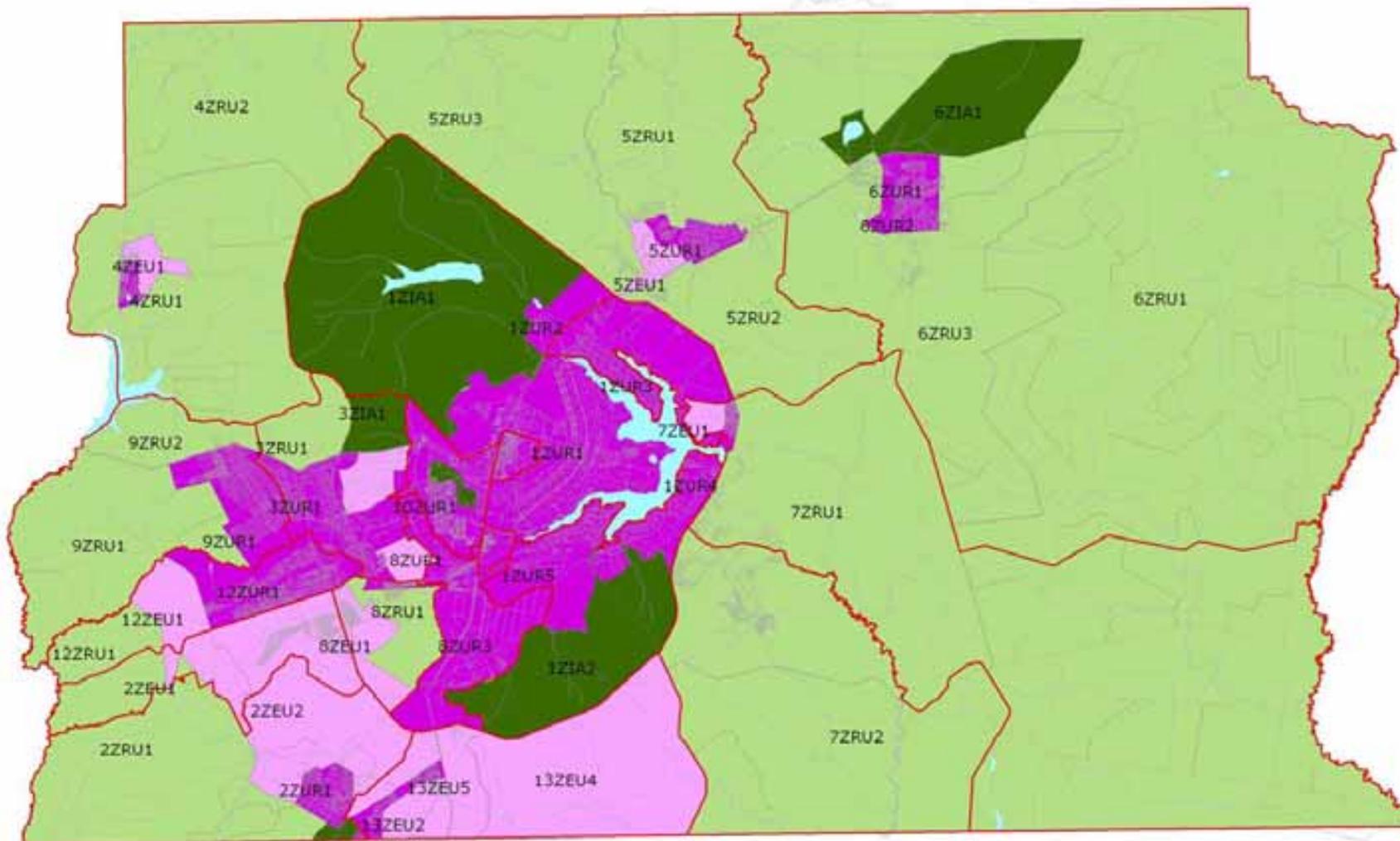
Com a promulgação da Constituição Federal de 1988, que tornou obrigatório a elaboração de Plano Diretor para toda cidade que tivesse mais de 20 mil habitantes, o Distrito Federal realizou o seu primeiro Plano Diretor de Ordenamento Territorial – PDOT, aprovado pela Lei n.º 353, de 18 de novembro de 1992.

O PDOT/92 consolida as diretrizes de ocupação firmadas pelos planos anteriores, compatibilizando as áreas de expansão urbana, anteriormente definidas, incluindo as que resultaram da política habitacional empreendida a partir de 1989. Ignora, porém, a existência dos loteamentos clandestinos no território do Distrito Federal em seu momento mais vigoroso.

Esse plano reforçou o modelo polinucleado e consolidou a bipolaridade entre o Plano Piloto e Taguatinga em sua condição de centros complementares. Além disso, assume a conurbação anunciada na direção do Plano Piloto, Guará, Taguatinga, Ceilândia, Samambaia, reforçando-a com a adoção da linha do metrô como eixo estruturador e com a localização de Águas Claras. Reforça, ainda, outro eixo de conurbação na direção de Samambaia, Recanto das Emas, Gama e Santa Maria.

O macrozoneamento do PDOT/92 propunha a divisão do território em quatro categorias de uso, quais sejam: ZRU – Zonas Rurais, ZUR – Zonas Urbanas, ZEU – Zonas de Expansão Urbana e ZIA – Zonas de Interesse Ambiental. (Mapa 5)

Outras inovações são apresentadas pelo PDOT/92 como a possibilidade de o particular parcelar o solo, a criação de um sistema de planejamento que envolvesse diferentes órgãos governamentais e que fosse subsidiado por um sistema de informações territoriais, a necessidade de elaboração de Planos Diretores Locais para cada região administrativa e a participação da comunidade por meio de Conselhos Locais de Planejamento.



Legenda

- ZEU - ZONA DE EXPANSÃO URBANA
- ZIA - ZONA DE INTERESSE AMBIENTAL
- ZRU - ZONA RURAL
- ZUR - ZONA URBANA
- Limite das RAs
- Lagos
- Malha Viária
- Hidrografia



Macrozoneamento do PDOT/92

Lei n.º 353/92

A Lei Orgânica do Distrito Federal, aprovada em 1993, confirma os pressupostos estabelecidos pelo PDOT/92 quanto aos dois níveis de abrangência dos planos diretores no Distrito Federal e define o alcance temporal e o prazo de revisão destes.

A partir de 1995, o Governo do Distrito Federal inicia os trabalhos de revisão do PDOT/92 que culminaram com a aprovação da Lei Complementar n.º 17 de 28 de janeiro de 1997, que instituiu o atual Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal – PDOT/97. Esse plano confirmou o eixo oeste/sudoeste como sendo de ocupação prioritária, tendo em vista a necessidade de otimização dos investimentos de infraestrutura. Considerou ser essa área a de menor grau de restrições ambientais. No PDOT/97 é reconhecido também o vetor nordeste/sudeste, a ser monitorado e controlado, onde incidia a maioria das ocupações irregulares sob a forma de loteamentos clandestinos.

A principal estratégia de ordenamento territorial desse plano foi reforçar a autonomia e a centralidade de cada localidade do Distrito Federal, configurando centros locais dotados de equipamentos e serviços que possibilitassem romper com o desequilíbrio causado pela concentração de atividades e empregos no Plano Piloto.

Nesse sentido, tal plano propôs a constituição de um Centro Regional na confluência de Taguatinga, Ceilândia e Samambaia que compartilhasse com o Plano Piloto suas funções de centralidade regional, diminuindo a pressão exercida sobre este, o que se constituiria em um fator de indução para o quadrante sudoeste do território.

A flexibilização de usos e atividades nas áreas não inseridas no perímetro de preservação urbanística do Plano Piloto foi determinada com a criação de áreas destinadas a programas de desenvolvimento econômico.

Foram estabelecidos os instrumentos de política urbana como as Outorgas Onerosas do Direito de Construir e de Alteração de Uso cujos recursos seriam encaminhados para o Fundo de Desenvolvimento Urbano do Distrito Federal – Fundurb.

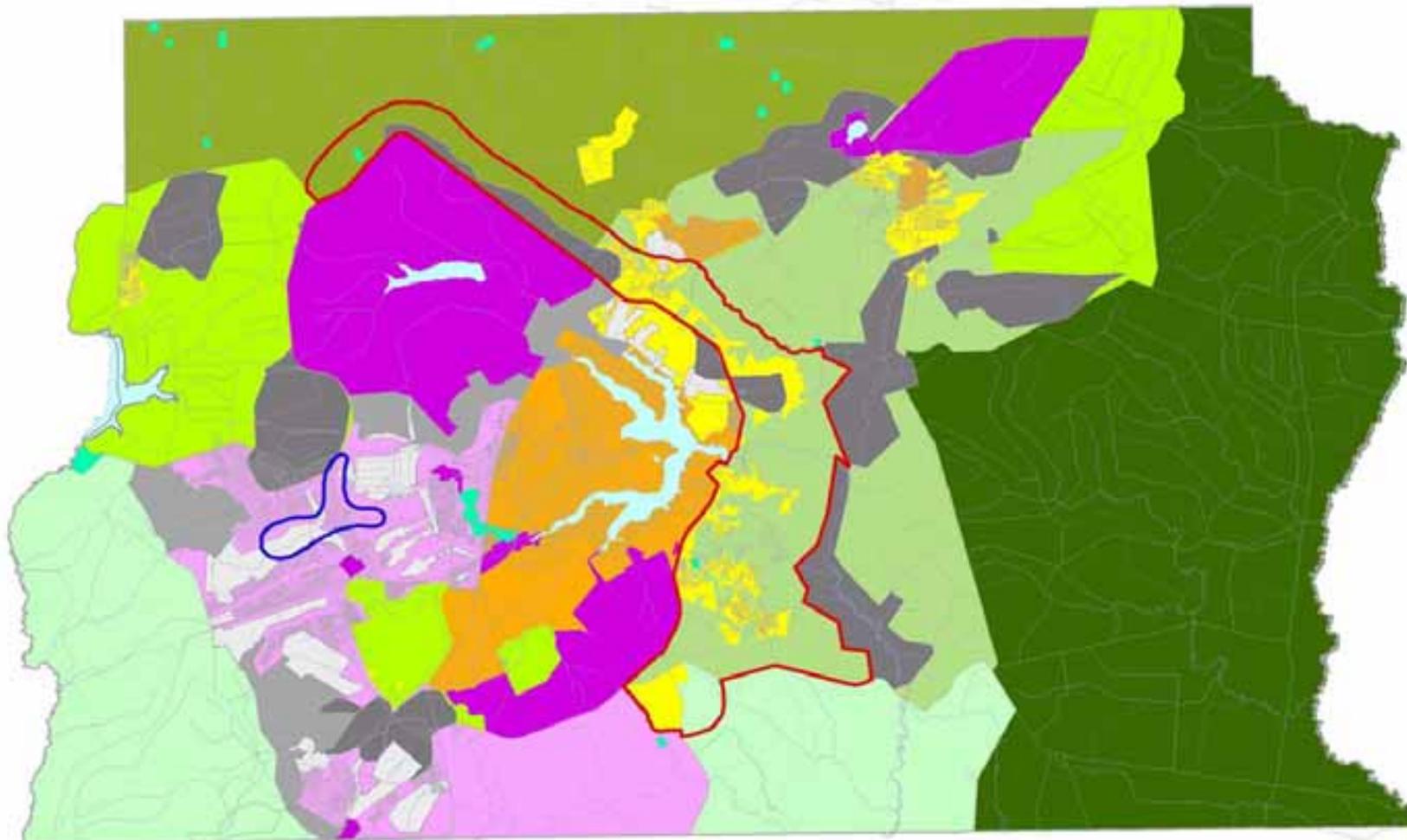
No PDOT/97 as limitações ambientais e de infra-estrutura foram incorporadas às zonas que constam do macrozoneamento, abrangendo áreas que possuíam as mesmas características e vocação de uso do solo, como forma de reforçar as tendências e corrigir as distorções. Em linhas gerais, foram estabelecidas três categorias de zonas³⁸: urbanas, rurais e de conservação ambiental, geralmente coincidentes com as Unidades de Conservação de Uso Indireto, como o Parque Nacional de Brasília e a Estação Ecológica de Águas Emendadas. (Mapa 6)

As zonas urbanas se subdividiam em Zona Urbana Consolidação (envolvendo o conjunto urbanístico do Plano Piloto e seu entorno), a Zona Urbana de Uso Controlado (na área de maior incidência de parcelamentos ilegais) e a Zona Urbana de Dinamização (sob o quadrante sul/sudoeste do território).

As zonas rurais subdividiram-se em Zona Rural de Dinamização (nas áreas de atividade agropecuária consolidada), Zonas Rurais de Uso Controlado (classificadas em I, II e III, em função do seu grau de sensibilidade ambiental e da necessidade de preservação de seus mananciais) e Zona Rural de Uso Diversificado (onde é permitido além do uso agropecuário a instalação de atividades agroindustriais e de lazer).

Sobrepondo-se a algumas porções territoriais inseridas nessas zonas foram estabelecidos alguns parâmetros e diretrizes diferenciados que predominavam em relação ao das zonas em que se inseriam, sendo eles: as Áreas de Proteção de Manancial (nas áreas de captação da Caesb), as Áreas com Restrições Físico-Ambientais (que justificavam cuidados especiais pela sua proximidade com Zonas de Conservação Ambiental), as Áreas de Lazer Ecológico (sob Unidades de Conservação de Uso Sustentável que permitam atividades de lazer e educação ambiental) e as Áreas Rurais Remanescentes (ao longo dos cursos d'água e matas ciliares remanescentes)

³⁸ O conceito de zona constante do PDOT/97 refere-se à porção territorial sujeita aos mesmos critérios e diretrizes relativas ao uso e a ocupação do solo, cujos limites físicos obedecem, entre outros, aos seguintes critérios: 1) Setores Censitários; 2) Sub-bacias Hidrográficas; 3) Unidades de Conservação; 4) Barreiras Geográficas; 5) Rezoneamento e Zoneamento das Áreas de Proteção Ambiental das Bacias do Rio São Bartolomeu e do Rio Descoberto.



Legenda

- LAGO
- ZONA DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL
- ZONA RURAL DE DINAMIZAÇÃO
- ZONA RURAL DE USO CONTROLADO I
- ZONA RURAL DE USO CONTROLADO II
- ZONA RURAL DE USO CONTROLADO III
- ZONA RURAL DE USO DIVERSIFICADO
- ZONA URBANA DE CONSOLIDAÇÃO
- ZONA URBANA DE DINAMIZAÇÃO
- ZONA URBANA DE USO CONTROLADO

- Centro Regional
- Área de Monitoramento Prioritário
- Área Rural Remanescente
- Área com Restrição Físico-Ambiental
- Área de Proteção de Mananciais
- Área de Lazer Ecológico
- Sistema Viário
- Hidrografia



Macrozoneamento do PDOT/97
Lei Complementar n.º 17/97

Atualmente o Plano Diretor vigente encontra-se em processo de revisão. Dentre as principais justificativas apresentadas pelo Poder Público para promover a sua adequação figuram: a dinâmica do processo de ocupação do solo, a necessidade de promoção do desenvolvimento urbano dentro do contexto econômico, social e ambiental, a necessidade de incorporação dos instrumentos de política urbana previstos na Lei Federal n.º 10.257, de 10 de julho de 2001, conhecida como Estatuto da Cidade. Some-se ainda a necessidade de compatibilização com outros instrumentos de planejamento setorial recém-aprovados ou em fase de elaboração, como o Plano Diretor de Água e Esgotos, o Plano de Gerenciamento de Recursos Hídricos e o Programa de Transportes Urbanos. (Seduma/GDF, 2007)

A estrutura espacial do Distrito Federal e seu padrão de expansão

O Distrito Federal representa hoje um complexo aglomerado urbano cujo território se estende além das suas fronteiras político-administrativas. Sob a denominação de Brasília, entende-se o conjunto formado pelo Plano Piloto e demais localidades urbanas inseridas nos limites do quadrilátero do Distrito Federal, antes denominadas “cidades-satélites”, que com os municípios de seu entorno imediato assume hoje um papel metropolitano, delineando a formação de uma verdadeira “Área Metropolitana”. (PAVIANI, 2003)

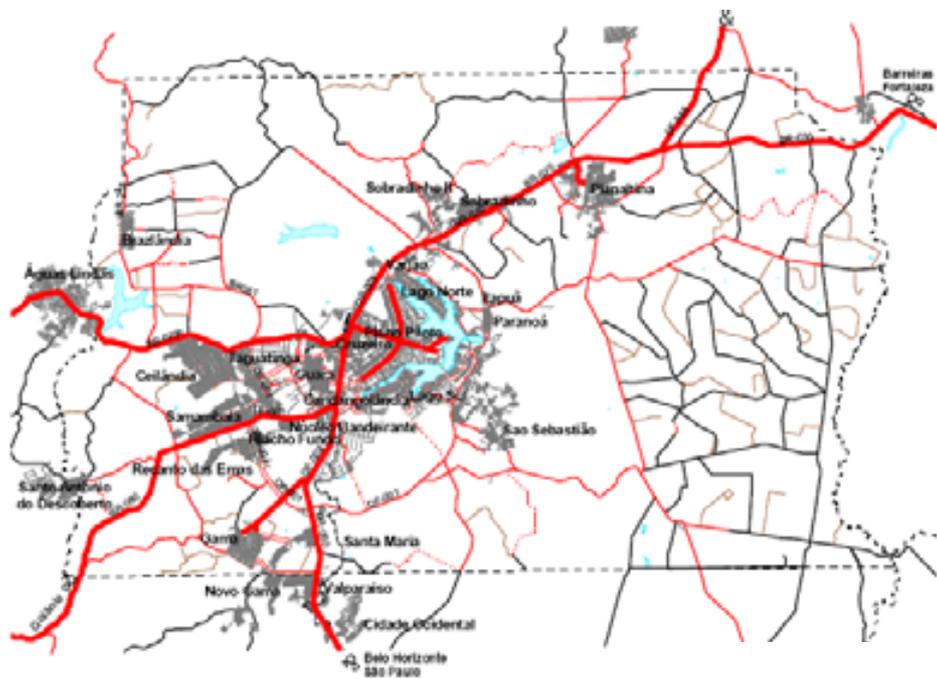


Figura 5 – Estrutura urbana atual do Distrito Federal
.....Fonte: Seduma/GDF, 2003

Os dados populacionais confirmam essa afirmação. A revisão das projeções do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, elaboradas em 2004, apontou para Brasília uma população de aproximadamente 2,3 milhões de habitantes, representando na época a sexta maior cidade do país, à frente de importantes sedes de algumas regiões metropolitanas nacionais como Porto Alegre, Curitiba e Recife.

Atualmente, os dados divulgados pelo IBGE na contagem populacional realizada em 2007 apresentam Brasília como sendo a quarta maior cidade brasileira com uma população de 2.455.903 habitantes, atrás apenas de São Paulo (10.886.518 hab.), Rio de Janeiro (6.093.472 hab.) e Salvador (2.412.937 hab.)

Entretanto, não se trata de uma área metropolitana convencional, dadas as suas peculiares características espaciais. Em lugar do modelo de aglomeração compacta resultante do crescimento de centros urbanos autônomos que se justapõem, apresenta-se como uma única cidade, caracterizada pela descontinuidade de suas ocupações que se espraiam ao longo do território, extrapolando os limites do Distrito Federal em direção ao seu entorno imediato.

Esse padrão de urbanização dispersa, marcado pela pulverização das áreas residenciais, aliado à estrutura funcional monocêntrica, vem acarretando uma série de disfunções na cidade. O isolamento da área central em relação às demais áreas residenciais vem acarretando a elevação dos deslocamentos cotidianos pela população já que nela se concentram cerca de 70% dos empregos formais³⁹ do Distrito Federal.

Sua população encontra-se distribuída em extensas áreas residenciais, marcadas por baixas densidades de ocupação e separadas por longas distâncias, sem perder os vínculos com a área central, concentradora não só das atividades econômicas como também dos principais equipamentos culturais e educacionais, detendo apenas cerca de 10% da população total da aglomeração. (IBGE, 2000)

Observa-se que embora as densidades líquidas sejam altas em algumas localidades da cidade, quando computados os espaços livres e o sistema viário, as densidades brutas atingem valores muito baixos.

Uma análise da estrutura territorial da aglomeração urbana de Brasília nos leva à percepção de uma lógica de organização espacial baseada nas principais rodovias que conectam a cidade com as demais regiões brasileiras e que converge para a sua área central: o Plano Piloto – histórico, monumental e institucional.

Circunscrevendo essa área central, o segundo conjunto mais populoso agrega as localidades do Guará, Candangolândia e Núcleo Bandeirante, além de outras como os Lagos Norte e Sul e o Park Way que formam a moldura paisagística da área central. De acordo com os dados do Censo Demográfico de 2000, essas localidades reúnem cerca de 487.438 habitantes, aproximadamente 23,43% da população do Distrito Federal. Por compreender muitos vazios urbanos, em parte pela presença do Lago Paranoá e de diversas áreas de preservação ambiental, o conjunto apresenta 564,82 hab./km², uma densidade bruta muito reduzida.

A porção comercial e industrial desse aglomerado situa-se nas localidades conurbadas de Taguatinga, Ceilândia e Samambaia, apoiadas por suas expansões, o Riacho Fundo e Recanto das Emas. Trata-se da porção mais populosa e compacta da estrutura urbana da cidade, com cerca de 886.624 habitantes, ou seja, reúne aproximadamente 43,23% do total da população, o que enseja uma densidade bruta de 1.442 hab./km².

Na direção da rodovia BR-040, que faz a ligação com a Região Sudeste do país, um outro grupo de localidades, lideradas pelo Gama e Santa Maria, polariza os municípios goianos adjacentes de Novo Gama, Valparaíso, Cidade Ocidental, caracterizados por um padrão de urbanização menos denso.

Do lado oposto, em direção a rodovia BR-020, que faz a ligação com o nordeste do país, estão Sobradinho e Planaltina que, rodeadas por uma série de parcelamentos ilegais ocupados por segmentos de média e baixa renda, configuram uma região pouco densa, mas que vem experimentando as mais elevadas taxas de crescimento do Distrito Federal – entre 1996 e 2000, da ordem de 6,12% ao ano.

Isolada, resta Brazlândia, que polariza o município de Águas Lindas que, segundo o Censo Demográfico de 2000, contava com cerca de 105.746 habitantes e cuja ocupação irregular

³⁹ Os dados do Ministério do Trabalho/Rais 2002 apontam que 70,52% dos empregos do Distrito Federal,

tem avançado nas áreas de vertente da bacia hidrográfica do rio Descoberto. Sem infraestrutura adequada, tais ocupações interferem negativamente na qualidade das águas do lago, principal manancial de abastecimento do Distrito Federal.

Deve-se mencionar ainda um grande conjunto de loteamentos ilegais privados, de diferentes padrões urbanísticos, situados nas imediações do Paranoá e de São Sebastião, incidindo nos limites da bacia do rio São Bartolomeu, que configuram um anel de urbanização semi-radial que abraça o Plano Piloto. Os dados do Governo do Distrito Federal assinalam que a população desses parcelamentos informais em 2006 alcançou 533.578 habitantes, ou seja, 22,39% de sua população total. (SEDUMA/GDF, 2007)

Vale registrar que, na década de 1990, os municípios do entorno apresentaram as maiores taxas de crescimento do país, sem praticamente nenhum controle do solo e com precária infraestrutura, e com suas ocupações crescendo horizontalmente.

O alto grau de dependência entre os municípios do entorno imediato e o Distrito Federal vem se acentuando em razão da situação econômica geral da população, o que gera um movimento de expulsão da população de renda mais baixa, motivada principalmente pela questão de moradia, que apresenta valores mais acessíveis nesses municípios limítrofes.

A população que se transferiu para o entorno ainda mantém estreitos vínculos com o Distrito Federal pelas demandas por empregos⁴⁰, serviços de saúde e educação e relações comerciais, conferindo uma característica eminentemente residencial do tipo cidades-dormitório acarretando constante deslocamento pendular no binômio casa-trabalho.

A análise do padrão de crescimento do DF nos permite identificar quatro diferentes tipologias distintas de expansão territorial. No primeiro grupo, encontra-se o adensamento de áreas dentro do perímetro urbano já existente, com o conseqüente aproveitamento das infra-estruturas existentes. Esse é o caso dos adensamentos promovidos sob a égide dos Planos Diretores Locais, a exemplo da área central de Taguatinga, Águas Claras e Guará ou do aproveitamento condominial dos lotes dos Setores de Mansões Park Way e Dom Bosco.

não computados os empregos temporários da construção civil, localizam-se no Plano Piloto.

⁴⁰ De acordo com dados recentes divulgados pelo governo local, cerca de 30% da população economicamente ativa – PEA do entorno trabalha no Distrito Federal. (SEDUMA/GDF, 2007)

O segundo grupo contempla a expansão urbana em continuidade, onde o crescimento se dá nas bordas do perímetro urbano, com a extensão das redes de infra-estrutura urbana, a exemplo dos projetos de expansão elaborados para os assentamentos já existentes.

No terceiro grupo, encontra-se a dispersão de áreas urbanas residenciais que acontecem de forma descontínua e fragmentada, fora do perímetro urbano, que importam em novas infra-estruturas e aumento da mobilidade privada. Essa é a forma que vem ocorrendo em virtude dos loteamentos clandestinos e irregulares.

Por fim, o quarto grupo apresenta um padrão de crescimento derivado do anterior, no qual o surgimento de atividades econômicas, polarizadas pelo mercado de consumo das residências dispersas, acaba acarretando o crescimento pontual de determinadas áreas, gerando o aumento da mobilidade privada.

As diferentes formas de mensuração da urbanização dispersa no Distrito Federal

Somado ao desafio de se entender a urbanização dispersa do Distrito Federal como um processo de raízes históricas, torna-se relevante o estabelecimento de alguns critérios de qualificação e quantificação do fenômeno, sobretudo como forma de viabilizar a sua utilização como parâmetro de comparação entre diferentes localidades.

Ganham importância alguns estudos que procuram identificar as evidências empíricas desse processo na estrutura urbana do Distrito Federal. As referências adotam indicadores sob as mais variadas perspectivas e abordagens instrumentais.

A mensuração da urbanização dispersa do Distrito Federal vem sendo feita tanto com base no Índice de Dispersão Urbana desenvolvido por Bertaud e Malpezzi (1999) e adaptado para o Distrito Federal por Holanda (2003), como também pela utilização do Gradiente de Densidade da População – GDP calculado por Ávila (2003).

Bertaud e Malpezzi (1999) fizeram uma análise da forma urbana de 35 cidades e centros metropolitanos no mundo, incluindo Curitiba e Rio de Janeiro. No seu estudo foram

consideradas três variáveis: superfície da área construída, forma dessa área e modo como a densidade populacional está distribuída. A partir delas, calcularam o índice de dispersão urbana dos 35 centros urbanos em questão. Esse índice representa a ocupação da área urbana em relação ao centro de negócios – CBD em função da densidade populacional, representando como ocorre a ocupação próxima a esse centro nas regiões periféricas.

Os resultados obtidos permitiram avaliar os custos de transporte urbano e a segregação socioeconômica, levando a concluir que: 1) A renda da população tende a diminuir à medida que se distanciam do CBD; 2) Quanto maior o valor do índice de dispersão, menor é a concentração de população próxima ao CBD e mais difusa encontra-se na área urbana; 3) Quanto menor o índice de dispersão mais compacta é a cidade, com alta concentração de pessoas no CBD.

Eles propuseram como forma de representação da dispersão urbana uma figura tridimensional onde a base seria composta por setores urbanos e a altura pela densidade populacional de cada setor. Os valores limite encontrados foram: 0,78 para Xangai e 3,08 para Bombaim. As cidades brasileiras pesquisadas tiveram os seguintes coeficientes: 1,14 para Curitiba e 1,97 para o Rio de Janeiro.

Holanda (2003), partindo de uma adaptação da fórmula de Bertaud e Malpezzi, encontrou como valor do índice de dispersão de Brasília o valor de 2,55, portanto muito superior ao encontrado para a cidade mais dispersa da pesquisa anterior. Esse autor fez uma análise morfológica das Regiões Administrativas em relação ao centro funcional de Brasília, a rodoviária do Plano Piloto de Brasília, no cruzamento dos eixos monumental e rodoviário.

De outro modo, Ávila (2003) analisa a distribuição populacional no território do Distrito Federal, revelando que o seu modelo de crescimento contraria o testemunhado nas demais cidades brasileiras, onde as densidades são decrescentes do centro em direção à periferia, o que gera um gradiente de densidade negativamente inclinado em relação à distância.

Nas demais cidades onde o crescimento ocorre de modo radioconcêntrico, ou seja, do centro em direção à periferia, as densidades centrais se mantêm elevadas até o momento em que se desenvolvem subcentros complementares, o que ocorre, em geral em cidades que enfrentam intensos processos de metropolização.

Esse autor estabelece que, no caso de Brasília, cujo centro ainda se encontra em processo de consolidação, a criação de núcleos populacionais separados das áreas centrais por grandes vazios urbanos faz com que a variação percentual da densidade pela distância em relação ao centro (ou Gradiente de Densidade da População – GDP) sofra um aplainamento ($GDP=0,12\%$), indicando altas densidades na periferia

A fragmentação é outro aspecto de relevância na aglomeração urbana de Brasília. A pesquisa comparativa promovida por Ojima⁴¹ (2007) apresenta Brasília tendo o maior índice de fragmentação espacial dentre as cidades pesquisadas, além de situá-la no universo das aglomerações urbanas brasileiras de menor densidade e de maiores índices de dispersão e linearidade de ocupação.

Outra relevante característica apresentada pela urbanização dispersa do Distrito Federal é o seu baixo índice de compacidade. Nogueira (2005) ressalta que com uma população equivalente à de Curitiba, Brasília ocupa uma superfície quatro vezes maior que a da capital paranaense.

A incorporação dos Sistemas de Informações Geográficas – SIG na análise da estrutura territorial do Distrito Federal e da configuração da sua mancha urbana promovida por Anjos (1991, 1992, 1995) permitiu compatibilizar a análise de imagens multitemporais de satélite com informações espaciais e socioeconômicas, indicando que a presença de novos conjuntos urbanos no território revelam “alterações substanciais na estrutura de polinucleamento clássico”. (ANJOS, 2003, p. 200)

A análise de alguns indicadores de mobilidade urbana, constantes da Pesquisa Domiciliar do Transportes (2000), reflete algumas dinâmicas de padrões de vida que são relevantes no estudo da urbanização dispersa no Distrito Federal sob as perspectivas da lógica de deslocamentos, empregos e serviços.

Dela pode-se extrair que a maior parte das oportunidades de trabalho, educação e lazer estão localizadas no Plano Piloto, acarretando elevado número de viagens cotidianas da população e conferindo um caráter pendular para o transporte urbano. Nota-se que a

grande massa dos usuários se desloca diariamente – segundo o padrão centro–periferia–centro – sem possibilidade de destinos alternativos ao longo das rotas de circulação de transporte público.

Os dados constantes do Programa de Transportes Urbanos (2005), que avaliou não só a eficiência do sistema de transportes mas sua relação com o padrão de urbanização do Distrito Federal, revelam que o alto custo das tarifas e boa parte das mazelas do transporte urbano do Distrito Federal são conseqüências do afastamento espacial e da concentração de oportunidades no Plano Piloto.

O Distrito Federal apresenta hoje um dos mais baixos índices de eficiência e bom aproveitamento dos recursos de transporte urbano do país. A eficiência do sistema de transporte é medida pelo índice de passageiros por quilômetro, o chamado IPK. A eficiência é tanto maior quanto for o índice. Enquanto boa parte das áreas urbanas do país apresenta índices elevados, Brasília conta com um IPK de 1,1129. Apenas para efeito de comparação, o mesmo índice na cidade de Goiânia é de 2,3657. (Associação Nacional de Transportes Urbanos – NTU, 2002)

O problema é agravado pelo fato de que a cidade apresenta os mais elevados índices de motorização do país. O transporte individualizado é regra para os grupos de renda mais elevada da cidade. Em áreas residenciais como Lago Norte e Lago Sul é comum que uma unidade habitacional conte com três ou mais veículos.

Cabe mencionar que Brasília possui hoje 2 automóveis para cada 5 habitantes e que diariamente circulam no Plano Piloto cerca de 500 mil automóveis, segundo informações do Batalhão de Trânsito da Polícia Militar de 2003.

Entretanto, no universo de estudos desenvolvidos, percebe-se uma lacuna deixada pela ausência de mensuração dos custos de infra-estrutura urbana que derivam do padrão de urbanização dispersa adotado no Distrito Federal e que será abordado no capítulo seguinte.

⁴¹ Ojima compara o padrão de urbanização de 37 das 49 aglomerações urbanas apontadas no estudo *Caracterização e tendências da rede urbana brasileira* (IPEA/IBGE/UNICAMP, 2000).

Capítulo 5 – Infra-estrutura urbana e saneamento no Distrito Federal

Ao longo deste capítulo, busca-se apresentar um panorama dos sistemas de infra-estrutura que compõem as ações de saneamento no Distrito Federal correlacionando-os com o processo de urbanização descrito anteriormente no Capítulo 4 e com alguns atributos determinantes do seu meio físico. Entretanto, a análise das questões relativas à infra-estrutura e saneamento no Distrito Federal deverá ser precedida de uma abordagem sucinta quanto às diferentes dimensões que envolvem esses conceitos.

Verifica-se que a noção de saneamento vem sendo socialmente construída, ao longo do tempo, com base em um conjunto de aspectos de diferentes naturezas – sociais, econômicos, políticos e culturais. Por conseguinte, o conceito de saneamento vem assumindo conteúdos diferenciados em conformidade com as diversas realidades em que se encontra inserido. Nos países desenvolvidos, onde os problemas de saneamento já foram superados, as ações de saneamento estão vinculadas a intervenções para preservação do meio ambiente e da qualidade de vida urbana, enquanto nos países em desenvolvimento encontram-se relacionadas a questões sociais, constituindo-se em uma importante medida de saúde pública.

Apesar dos avanços conceituais, a noção de saneamento vinculada às infra-estruturas urbanas tem se tornado hegemônica, em face da realidade socioeconômica vivenciada nos países periféricos. Aliado a isso, as ações de organismos financiadores internacionais como o Banco Mundial – BIRD e o Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID, que tratam as ações de saneamento no âmbito da “pasta” de infra-estrutura, vêm fortalecendo esse entendimento.

No Brasil, Heller (1998) ressalta que a tendência predominante tem sido a de considerar como integrante do saneamento as ações de:

- Abastecimento de água, caracterizado como o fornecimento de água em quantidade suficiente e com qualidade que a enquadre nos padrões de potabilidade;

- Esgotamento sanitário, compreendendo a coleta de esgotos gerados pelas populações e sua disposição de forma compatível com as potencialidades ambientais;
- Limpeza pública, incluindo todas as fases de manejo dos resíduos sólidos domésticos até a sua disposição final, compatível com as potencialidades ambientais;
- Drenagem pluvial, significando a condução das águas pluviais, de forma a minimizar seus efeitos deletérios sazonais sobre as populações e as propriedades;
- Controle de vetores de doenças transmissíveis, especialmente artrópodes e roedores.

Menezes (1984) apresenta uma distinção entre “saneamento básico” – como sendo uma restrição do conceito para designar as ações direcionadas ao controle de patogênicos e seus vetores – e “saneamento ambiental” – que teria um sentido mais amplo, para alcançar a administração do equilíbrio ecológico, relacionando-se, também, com aspectos culturais, econômicos e administrativos e medidas de uso e ocupação do solo.

No mesmo sentido, Moraes (1993) define saneamento básico como:

O conjunto de ações, entendidas fundamentalmente como de saúde pública, compreendendo o abastecimento de água em quantidade suficiente para assegurar a higiene adequada e o conforto, com qualidade compatível com os padrões de coleta, tratamento e disposição adequada dos esgotos e dos resíduos sólidos; drenagem urbana de águas pluviais e controle ambiental de roedores, insetos, helmintos e outros vetores e reservatórios de doenças.

Recentemente, o Ministério das Cidades, por meio da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, ao propor a Política Nacional de Saneamento Ambiental – PNSA, definiu saneamento ambiental como sendo:

[...] o conjunto de ações técnicas e socioeconômicas, entendidas fundamentalmente como de saúde pública, tendo por objetivo alcançar níveis crescentes de salubridade ambiental, compreendendo o abastecimento de água em quantidade e dentro dos padrões de potabilidade vigentes, o manejo dos esgotos sanitários, resíduos sólidos, emissões atmosféricas, a drenagem de águas pluviais, o controle ambiental de vetores e reservatórios de doenças, a promoção sanitária e o controle ambiental do uso e da ocupação do solo e prevenção e controle do excesso de ruídos, tendo como finalidade promover e melhorar as condições de vida urbana e rural.

Verifica-se, desse modo, o surgimento de novas abordagens em torno do conceito de saneamento, que já não se restringe mais unicamente às questões de ordem sanitária,

passando a incorporar, também, os enfoques ambientais como forma de se assegurar a conservação do meio físico e biótico.

Feitas essas observações, vale dizer que o enfoque adotado neste trabalho abrangerá apenas serviços, sistemas e infra-estrutura relacionados com abastecimento de água e esgotamento sanitário. Essa opção metodológica não descarta a importância dos demais sistemas do saneamento ambiental, que poderão vir a ser incorporados futuramente, nos desdobramentos posteriores do estudo.

A seguir, serão analisados alguns aspectos do meio físico do Distrito Federal, como vegetação, solo, relevo, recursos hídricos e áreas protegidas, elencados como determinantes na estruturação espacial do Distrito Federal e, por conseguinte, também nas alternativas de provimento de infra-estruturas urbanas, que terão seus custos analisados no Capítulo 6.

Aspectos gerais do meio físico

Com 5.814 km² de área, o território do Distrito Federal destaca-se pela biodiversidade, beleza e fragilidade do seu ambiente natural. Sua peculiar localização geográfica associada a alguns atributos do meio físico constituem fatores de preocupação diante da crescente urbanização e o conseqüente aumento das necessidades de infra-estrutura urbana e saneamento ambiental.

Dentre as singularidades encontradas, destaca-se que a região geográfica onde se insere o Distrito Federal abriga um dos mais importantes e singulares divisores de água das três grandes bacias hidrográficas nacionais: a Bacia do Rio São Francisco, a Bacia do Rio Paraná e a Bacia dos Rios Tocantins-Araguaia. (Figura 6)

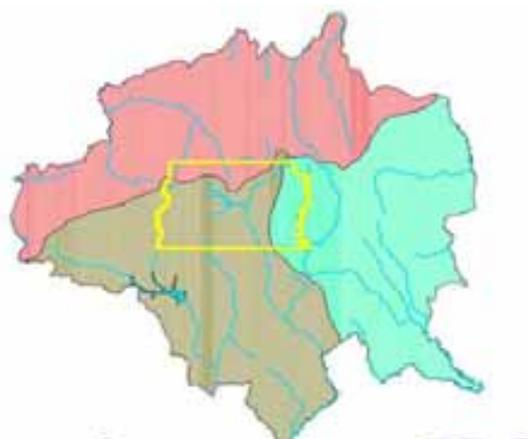


Figura 6 – Bacias Hidrográficas Nacionais

Ressalta-se, ainda, que o Distrito Federal encontra-se inserido em uma área de nascentes onde os cursos d'água são pouco extensos e com vazões moderadas, gerando limitações nos recursos hídricos superficiais.

Aliado à composição da rede hídrica, o clima da região, caracterizado por período de seca prolongado, com predominância de baixos índices de umidade relativa do ar e redução acentuada das chuvas, acarreta o aumento do consumo de água nos períodos de maior escassez.

Além disso, o quadrilátero do Distrito Federal encontra-se totalmente inserido no *core* do ecossistema do cerrado, cujos solos apresentam elevada sensibilidade à erosão que, aliado à acelerada urbanização desprovida de sistemas de drenagem urbana, promoveram enormes impactos negativos em termos de erosão (voçorocas) e assoreamento dos recursos hídricos.

Verifica-se que as peculiaridades dos seus atributos físicos quanto à sensibilidade do solo a erosões e capacidade limitada dos recursos hídricos superficiais para fins de abastecimento já haviam sido identificadas desde o Relatório Belcher, elaborado em 1955 para subsidiar a implantação da cidade.

Destaca-se, por fim, que 93 % do território do Distrito Federal, ou seja, cerca de 265 mil hectares,⁴² encontra-se protegido por algum tipo de unidade de conservação ambiental, sendo que hoje cerca de 60 mil hectares são de uso restrito.

Os cerrados

O território do Distrito Federal encontra-se totalmente inserido no bioma do cerrado – o segundo maior bioma nacional – que se distribui, principalmente, ao longo do Planalto Central brasileiro, incidindo sobre uma área de aproximadamente 2 milhões de km², ou seja, cerca de 23% do território nacional.⁴³

Os cerrados encontram-se distribuídos ao longo dos estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, parte de Minas Gerais, Bahia e Distrito Federal

⁴² Até a criação da APA do Planalto Central, em 2001, esse percentual era de 45% do território.

apresentando-se, ainda, em algumas outras áreas periféricas que fazem a transição com os biomas da Amazônia, Mata Atlântica e Caatinga.(Figura 7)



Figura 7: Região do cerrado
Fonte: Programa Brasília Sustentável

A paisagem do cerrado é bastante heterogênea, apresentando grande diversidade de clima, solos e composições biológicas. A riqueza de sua biodiversidade manifesta-se nos diversos ecossistemas e nas riquíssimas flora e fauna⁴⁴, que abrangem cerca de 160 mil espécies, incluindo plantas, animais e fungos.

Sua composição fitofisionômica apresenta vegetações de interflúvio, cerradão⁴⁵, cerrado típico, campo cerrado ou cerrado ralo, campo sujo de cerrado e campo limpo que possuem altura e biomassa vegetal em ordem decrescente. Associadas à presença de água, encontram-se as formações de campo úmido, campo de murundus, vereda, brejo, mata de galeria e mata ciliar, que constituem as áreas verdes mais sensíveis.

Apesar de sua riqueza incontestável, o bioma do cerrado é, depois da Mata Atlântica, o ecossistema brasileiro mais ameaçado. A principal medida concreta para a proteção desse ecossistema consistiu no estabelecimento da Reserva da Biosfera do Cerrado sobre a sua área de incidência, através da edição da Lei Federal n.º 742/1994 que definiu seus limites, funções e sistema de gestão. Destaca-se que a Reserva da Biosfera do Cerrado – RBC é

⁴³ No ano de 2000, essa reserva teve seus limites ampliados, abrangendo hoje o Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros e o Parque Estadual da Terra Ronca, no município de São Domingos de Goiás, onde há uma grande concentração de cavernas atravessadas por rios, que fazem a terra “roncar”. (GDF, 2004)

⁴⁴ Existem mais de 10.000 espécies de plantas – sendo 4.400 endêmicas (exclusivas) dessa área; 837 espécies de aves; 67 gêneros de mamíferos – abrangendo 161 espécies e 19 endêmicas; 150 espécies de anfíbios – dos quais 45 endêmicas; 120 espécies de répteis, das quais 45 endêmicas; apenas no DF, há 90 espécies de cupins, 1.000 espécies de borboletas e 500 espécies de abelhas e vespas (IBAMA, 2004)

⁴⁵ O cerradão é a única formação florestal, podendo apresentar espécies arbóreas de até 20 m de altura, que cada vez são mais raras em função do avanço da agricultura e da pecuária.

reconhecida internacionalmente pela Unesco⁴⁶, com as duas outras reservas da biosfera situadas em território brasileiro, a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e a do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo.

No Distrito Federal a Reserva da Biosfera do Cerrado é composta pelas zonas núcleo, transição e tampão, ocupando uma área de cerca de 226.000 hectares, representando 40% do território. As zonas núcleo são o Parque Nacional de Brasília, a Estação Ecológica de Águas Emendadas, o complexo Jardim Botânico de Brasília, a Reserva Ecológica do IBGE e a Fazenda Água Limpa da UnB. Em torno dessas zonas núcleo, como anel protetor, estão as Zonas Tampão e as Zonas de Transição constituídas pelas APAs das Bacias do Rio São Bartolomeu, do Rio Descoberto, do Gama Cabeça-de-Veados e do Cafuringa. (Figura 8)

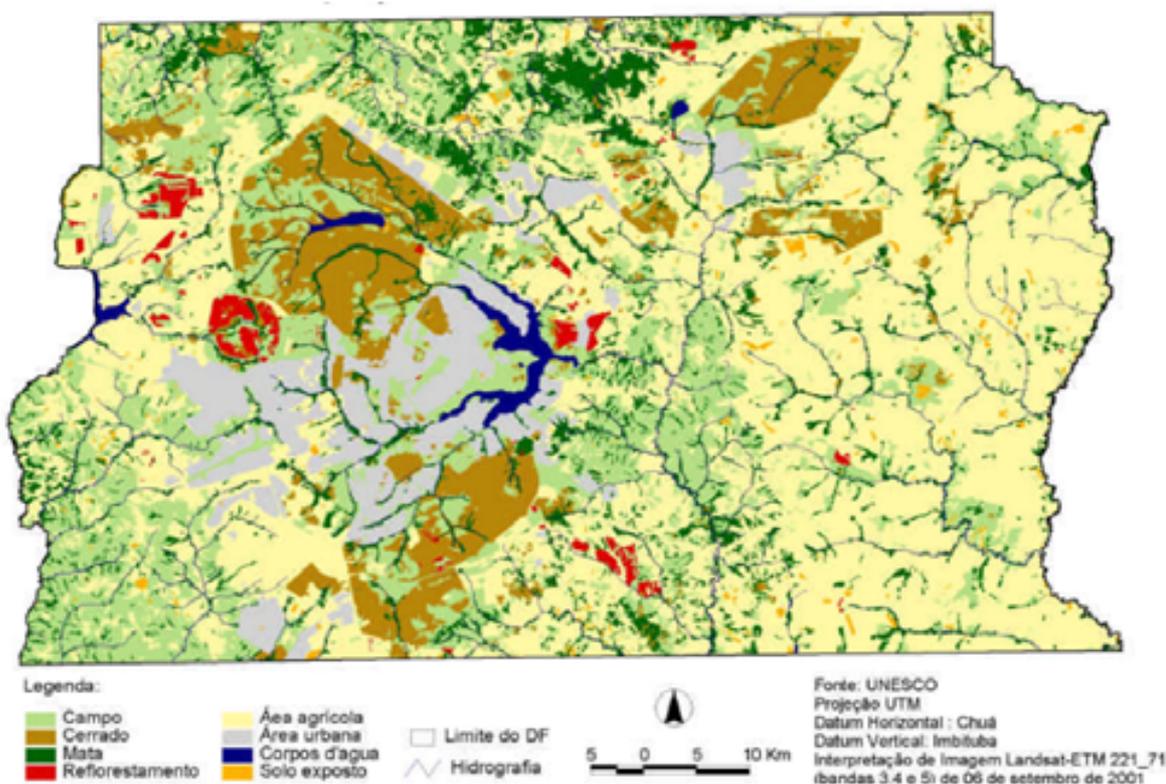


Figura 8 – Reserva da Biosfera do Cerrado
Fonte: Unesco, 2001

Os cerrados mantiveram-se praticamente inalterados até a década de 1960. Mas, como decorrência da implantação de Brasília – acompanhada da abertura de uma nova rede rodoviária nacional e de incentivos fiscais para abertura de novas fronteiras agrícolas –,

⁴⁶ O reconhecimento de Reservas de Biosfera pela Unesco, através do Programa MAB (Man and Biosphere – O Homem e a Biosfera) criado em 1971, resultou dos trabalhos da Conferência das Nações Unidas sobre a Conservação e o Uso dos Recursos da Biosfera realizada em 1968.

vastas áreas de cerrado nativo foram sendo removidas para fins de pecuária e agricultura extensiva, como soja, trigo e arroz. Estima-se que, atualmente, cerca de 47 milhões de hectares do cerrado estejam ocupados com áreas agrícolas, pastagens cultivadas, culturas anuais e perenes, o que corresponde a 23% da sua distribuição. (GDF, 2004)

Verifica-se que o processo de urbanização também trouxe alterações de elevados impactos nos cerrados. Com a remoção da cobertura natural, reduzida em 60% nos últimos 40 anos, ocorreu a conseqüente compactação e impermeabilização do solo, provocando alterações climáticas substanciais e reduções nos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

A título de ilustração, o estudo promovido pela Unesco, em 2002, apresenta uma avaliação multitemporal quanto aos efeitos acarretados pela ocupação do solo sobre a cobertura vegetal natural no Distrito Federal, constatando uma diminuição de cerca de 58% da vegetação nativa durante o período de 1954 a 2001. Isso pode ser verificado nos dados constantes da Tabela 12, que indicam uma perda acentuada, da ordem de 73%, nas áreas de cerrado típico.

Tabela 12 – Quantificação Multitemporal das Áreas de Cobertura Vegetal e Uso do Solo no Distrito Federal em Valores Relativos

Classes	Mata	Cerrado	Campo	Reserva tório	Agrícola	Urbana	Refloresta mento	Solo exposto	Total (%)
1954	18,82	37,84	43,28	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	100
1964	16,25	34,18	47,35	0,70	0,44	0,80	0,00	0,28	100
1973	15,14	30,29	43,79	0,82	6,06	2,10	0,00	1,80	100
1984	12,57	18,11	38,22	0,99	20,80	3,68	3,33	2,31	100
1994	11,94	17,29	24,90	1,02	36,79	4,84	2,06	1,16	100
1998	9,94	9,91	22,45	0,92	46,32	6,57	1,59	2,30	100
2001	9,91	9,91	22,54	0,92	47,56	7,39	1,13	0,74	100

Fonte: Unesco, 2002

Ressalta-se, por fim, que grande parte da vegetação nativa remanescente, cerca de 42,36% do território, encontra-se atualmente inserida nas unidades de conservação de uso restrito, constituindo-se em fragmentos isolados de difícil conexão com outras áreas do cerrado.

Recursos hídricos

Em oposição à grande beleza paisagística e à rica biodiversidade, o Distrito Federal apresenta baixa disponibilidade de recursos hídricos superficiais em virtude de localizar-se

em uma região de planalto onde seus rios, embora perenes, são pouco caudalosos, à exceção dos rios Preto e Descoberto, que servem de divisa com o estado de Goiás.

Em consequência, o Distrito Federal apresenta a quinta menor disponibilidade hídrica *per capita* do país – de 1.752 m³/hab. ao ano – perdendo apenas para os estados de Alagoas (1.751 m³/hab.), Sergipe (1.743 m³/hab.), Paraíba (1.437 m³/hab.) e Pernambuco (1.320 m³/hab.). (GDF, 2004)

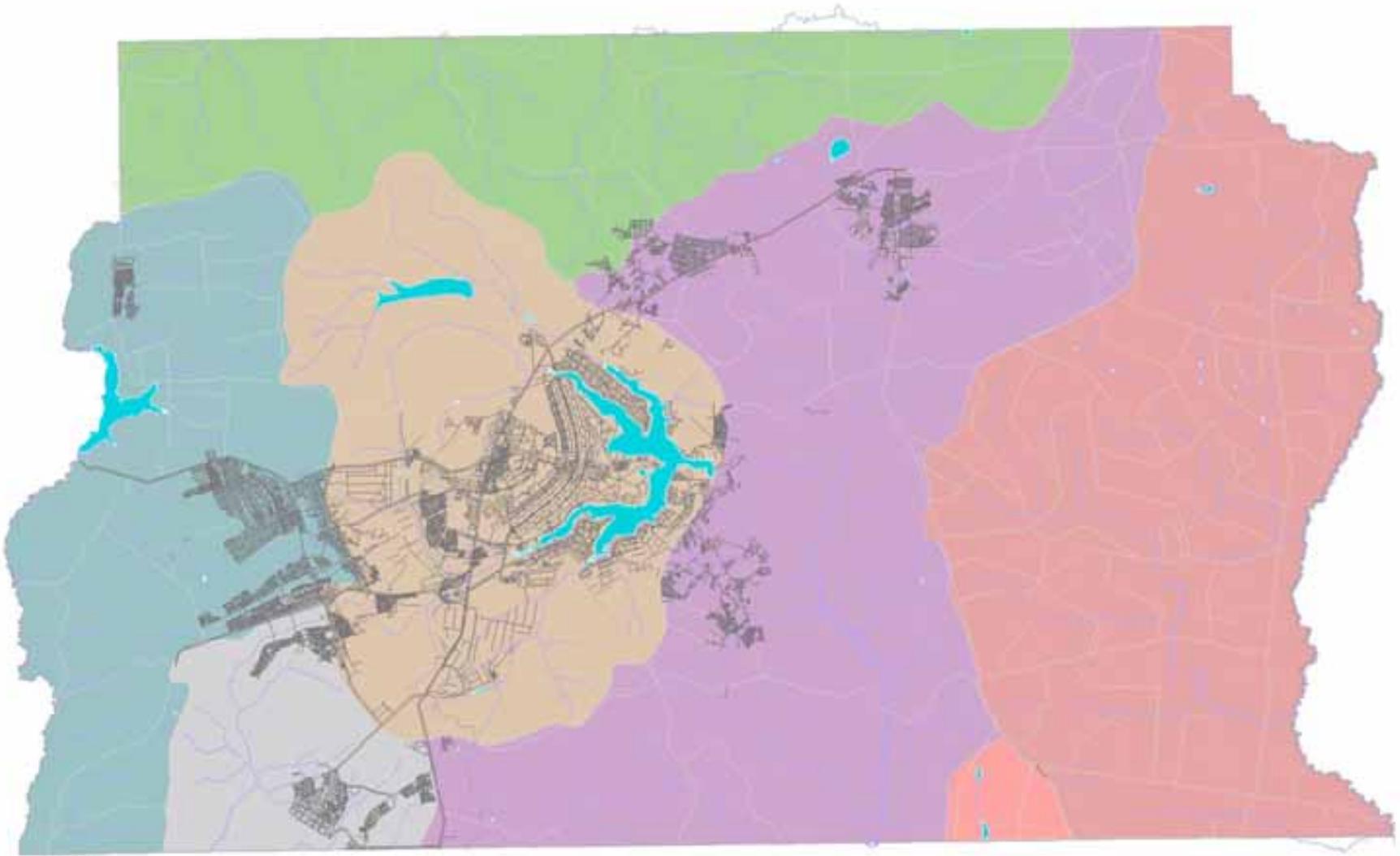
Verifica-se que o sistema hídrico do Distrito Federal é formado pelas bacias hidrográficas do lago Paranoá e dos rios: Corumbá, São Bartolomeu, São Marcos e Descoberto – pertencentes à bacia do Rio Paraná; a bacia do Rio Maranhão – pertencente à bacia do Araguaia e Tocantins e, finalmente, a bacia do Rio Preto – pertencente à grande bacia do rio São Francisco. (Mapa 7)

A Bacia do Lago Paranoá, situada na porção central do Distrito Federal, possui uma área de 1.015 km² e abrange sete microbacias: ribeirão do Torto, ribeirão Bananal, riacho Fundo, ribeirão do Gama, córrego Cabeça de Veado, córrego Taquari e a área de contribuição direta do lago Paranoá. Corresponde à segunda área mais densamente ocupada e a mais antropizada do Distrito Federal, abrigando as zonas urbanas mais consolidadas, representadas pelas regiões administrativas de Brasília, Lago Norte, Lago Sul, Núcleo Bandeirante, Riacho Fundo, Candangolândia, Cruzeiro, Guará e parte de Taguatinga.

O lago de mesmo nome, ocupando uma área aproximada de 38 km², é o principal curso d'água, formado em 1961, para fins de recreação e paisagismo, a partir do represamento das águas do rio Paranoá. Atualmente ele gera também energia elétrica (UHE Paranoá, com potência de 30 MW). Esse lago tem recebido efluentes de ligações clandestinas de esgoto e de drenagem pluvial, comprometendo seus usos originais.

Nessa bacia está localizado, ainda, o lago Santa Maria, represamento do córrego do mesmo nome com superfície de 6 km e volume de 58 x 10⁶ m³, situado no interior do Parque Nacional de Brasília e destinado a auxiliar no abastecimento de água.

De modo geral, as áreas de cabeceiras dessa bacia têm sofrido um processo de ocupação e desmatamento, alterando o transporte de sedimentos e provocando o assoreamento e deterioração da qualidade das suas águas.



- Legenda
- Bacias Hidrográficas
- Corumbá
 - Descoberto
 - Lago Paranoá
 - Maranhão
 - Preto
 - São Bartolomeu
 - São Marcos

- Malha Viária
- Hidrografia
- Lagos



Bacias Hidrográficas do Distrito Federal (Mapa 07)

A Bacia do Rio Descoberto situa-se na porção ocidental do Distrito Federal, compreendendo o rio Descoberto e seus afluentes: o ribeirão Melchior e o ribeirão Engenho das Lages. Em sua área estão localizadas Taguatinga, Ceilândia, Brazlândia, parte de Samambaia, Recanto das Emas e Gama e, no estado de Goiás, a cidade de Águas Lindas e áreas de expansão urbana de Santo Antônio do Descoberto além de diversos empreendimentos particulares em fase de implantação.

O represamento das águas do rio Descoberto formou o maior manancial hídrico da região – um lago com superfície de 17 km² e volume de 120 x 10⁶ m³, destinado ao abastecimento das áreas urbanas do Distrito Federal, cujos principais formadores são: o rio Descoberto, os ribeirões das Pedras e Rodeador além dos córregos Chapadinha, Capão Comprido e Pulador.

Trata-se de uma área de vocação agrícola e de agroturismo em sua área rural. Entretanto, uma grande concentração de parcelamentos urbanos na margem esquerda do rio Descoberto, entre as cidades de Águas Lindas de Goiás e Santo Antônio do Descoberto, ocasiona o lançamento de esgotos sem tratamento nos afluentes do rio Descoberto com a conseqüente diminuição do padrão de qualidade das águas.

A Bacia do Rio Preto localiza-se na porção leste do Distrito Federal e possui uma área de 1.346,3 km². Seus afluentes, os rios Retiro do Meio, Jibóia, Barro Preto, Tabatinga, Jardim, Cariré e Lamarão, formam um complexo hidráulico de grande influência econômica, principalmente, para a agricultura, em razão da topografia e solos favoráveis. Essa bacia nunca foi vista como fonte de abastecimento público. A apropriação do solo tem sido intensa, predominando a atividade agropecuária orientada para um sistema de produção estruturado na monocultura e no uso intensivo de irrigação de grande porte com uso do pivô central como sistema preferencial, o que tem provocado uma sensível redução da disponibilidade hídrica nos períodos de estiagem.

A Bacia do Rio São Bartolomeu localiza-se na porção oeste do território e é formada pela confluência dos ribeirões Mestre D'Armas e Pipiripau, possuindo uma área de drenagem de 1.133 km². Dentre os seus afluentes destacam-se o ribeirão Taboca, o ribeirão Santo Antônio da Papuda, todos utilizados por atividades antrópicas, principalmente urbanização feita às margens desses cursos d'água. Além de Sobradinho, Planaltina e São Sebastião

localizam-se ainda o Vale do Amanhecer e grande parte dos loteamentos clandestinos, os Núcleos Rurais de Sobradinho 1 e 2, Pipiripau, Santos Dumont, Taquara e o Presídio da Papuda.

Observa-se um intenso processo de ocupação desordenada nessa bacia, onde a transformação de áreas rurais se dá na forma de loteamentos urbanos ilegais, sob padrões dispersos de ocupação, o que tem acarretado a perda significativa da vegetação natural, o aumento da impermeabilização dos solos, a diminuição das áreas de recarga natural de aquíferos, o lançamento de esgotos nos cursos d'água e a exploração intensiva das águas subterrâneas.

Observando a preservação dessa bacia foi instituída em seus limites a APA do São Bartolomeu, que desempenha um importante papel de corredor ecológico de ligação entre a Estação Ecológica de Águas Emendadas, APA do Cafuringa, APA do Lago Paranoá e as APAs das bacias do Gama Cabeça-de-Veados, estando hoje inserida na área da Reserva da Biosfera do Cerrado.

A Bacia do Rio Corumbá, localizada na porção sudoeste do Distrito Federal, compreendendo os núcleos urbanos do Gama, Recanto das Emas, Santa Maria e a porção sul de Samambaia, caracteriza-se por apresentar alta declividade, solos pouco férteis e com deficiência hídrica. Dentre os principais cursos d'água dessa bacia destacam-se os córregos Vargem da Benção e Monjolo, que banham a cidade de Recanto das Emas e são afluentes do ribeirão Ponte Alta, que drena a bacia no sentido norte-sul. Também se destacam o ribeirão Alagado, que banha a cidade do Gama, e o ribeirão Santa Maria, que banha a cidade do mesmo nome.

Um dos principais problemas nessa bacia tem sido o lançamento de esgotos sem tratamento nos cursos d'água, sobretudo nos ribeirões Ponte Alta e Alagados, contribuintes do rio Corumbá, a montante da Usina Hidroelétrica Corumbá IV, com potencial para abastecimento público do Distrito Federal.

A Bacia do Rio São Marcos é a menor bacia hidrográfica do Distrito Federal, estando localizada em sua porção sudeste. Os principais corpos d'água dessa bacia são o córrego Samambaia e a lagoa dos Veados. Nos seus limites não se apresenta qualquer núcleo

urbano mas existe uma tendência crescente para a agricultura mecanizada, com irrigação por pivôs centrais e uso intensivo de agrotóxicos, o que tem acarretado a contaminação dos rios por agrotóxicos e impactos negativos nas matas ciliares e áreas verdes existentes.

A Bacia do Rio Maranhão encontra-se localizada na porção norte do Distrito Federal. Seus principais afluentes são os rios Contagem, Palmeiras, Sonhim, Palma e Sal. Essa bacia encontra-se dividida em nove sub-bacias: córrego Vereda Grande, rio Palmeiras, ribeirão Sonhim, ribeirão da Contagem, ribeirão da Pedreira, ribeirão Cafuringa, rio da Palma, ribeirão Dois Irmãos e rio do Sal. Nela estão situadas partes das Regiões Administrativas de Brazlândia, Sobradinho e Planaltina; no entanto, não apresentam qualquer núcleo urbano dentro de seus limites territoriais, apresentando grandes domínios de espaços naturais ainda preservados.

Os principais problemas presentes nessa bacia referem-se ao desmatamento de áreas de preservação permanente, a extração irregular de areia e cascalho e o lançamento de resíduos de origem animal, causando a poluição das águas e comprometendo a preservação ambiental.

Segundo dados do Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal – PGIRH a capacidade hídrica do Distrito Federal tem sido, de modo geral, suficiente para atender à demanda de água para abastecimento da população. No entanto, existem conflitos relativos ao uso múltiplo da água, que resultam de dificuldades para atendimento de demandas em aspectos qualitativos – em razão da poluição das águas superficiais e subterrâneas – e quantitativos – em face da concentração de demanda em determinadas bacias associado a extensos períodos de estiagem.

As bacias hidrográficas do Distrito Federal têm se caracterizado por um processo de intensa ocupação, onde o uso inadequado dos recursos superficiais, associado à utilização descontrolada das águas subterrâneas e ao inadequado manejo dos solos, tem sido um fator limitante do desenvolvimento social e econômico, dificultando o aproveitamento sustentado dos recursos naturais.

O desenvolvimento de atividades na área rural vem comprometendo a qualidade e a quantidade dos mananciais existentes e acarretando desmatamento, destruição de matas

ciliares e das áreas de recarga de aquíferos, captação excessiva pela irrigação e a não-adoção de medidas de conservação do solo.

Relevo e solos

A estrutura morfológica do Distrito Federal, composta de diferentes níveis de superfícies planas e elevadas, onde cerca de 57% do território encontra-se acima de 1.000 metros de altitude, pode ser classificada, segundo Novaes Pinto (1986), sob três categorias de unidades geomorfológicas.

A primeira delas, a Região de Chapadas, apresenta-se em cerca de 34% território do Distrito Federal, nas áreas ocupadas por Taguatinga, Ceilândia, Samambaia, Gama, Santa Maria, Recanto das Emas, Riacho Fundo I e II e os condomínios do Jardim Botânico. Caracterizada por uma topografia plana e plano-ondulada, acima da cota de 1.000 metros, e por segmentos retilíneos das encostas, as chapadas são muito importantes sob o ponto de vista de regularização do regime hídrico, pois se constituem em divisores de drenagem, circundando a bacia do Paranoá e entre as bacias do rio Preto e São Bartolomeu.

Esta região é cobertura por espessas camadas de latossolos, que compõem aquíferos porosos cuja infiltração supera o escoamento superficial das águas pluviais, constituindo-se em áreas de recarga de lençol freático e aquíferos, exercendo importante papel na alimentação de mananciais subterrâneos e de nascentes que se originam em suas encostas.

A segunda categoria, denominada Área de Dissecação Intermediária, ocupa cerca de 31% do território, onde estão situadas Brasília, Núcleo Bandeirante, Guará I e II, Candangolândia, Cruzeiro, Sudoeste, Setor de Indústria e Abastecimento e Setor de Mansões Park Way. Nela apresentam-se duas subunidades geomórficas distintas: a *Depressão do Paranoá* onde se encontra o Domo Estrutural de Brasília – que sob forma convexa orienta a drenagem de padrão anelar, tendo como única saída o vale do Rio Paranoá e o *Vale do Rio Preto* – ocupado por tributários da margem direita do curso superior do rio Preto.

Por fim, a Região Dissecada de Vale apresenta relevo muito acidentado e ocupa, aproximadamente, 35% do território, abrangendo as áreas de drenagem das bacias dos rios

São Bartolomeu, Maranhão, Descoberto e Alagado. A rede de drenagem, discreta nos domínios de planos mais elevados, adensa-se significativamente nas áreas rebaixadas com a presença de muitos cursos d'água curtos, muitas vezes temporários, cujo arranjo inicia-se nos rebordos erosivos das chapadas.

As classes de solo predominantes no Distrito Federal são os latossolos vermelho-escuro e vermelho-amarelo, além de cambissolos, que representam mais de 85% da área total do território. Os latossolos são solos profundos e bem drenados, pobres em minerais primários e de baixa relação silte-argila, submetidos a intenso processo de lixiviação em sua formação. Já os cambissolos são solos pouco profundos com grande incidência de rocha matriz, pouco drenado, impróprio a agricultura, altamente suscetível a erosão e comuns em superfícies topográficas de declive acentuado.

Verifica-se, assim, que as características de relevo e de solo condicionaram, fortemente, a dinâmica do uso e ocupação do solo no Distrito Federal, onde grande disponibilidade de áreas planas de chapadas e de dissecação intermediária favoreceu a ocupação urbana e a implantação de grandes glebas de agricultura irrigada. (GDF, 2007)

A suscetibilidade a erosão é um dos aspectos observados na ocupação urbana do Distrito Federal, cujas áreas de maior risco correspondem àquelas situadas na unidade geomórfica da Região Dissecada de Vales, sobretudo nos vales dos rios São Bartolomeu, Descoberto e Alagados, que são justamente as áreas que vem sofrendo maior pressão para parcelamento ilegal do solo seja na forma de loteamentos clandestinos, seja na de assentamentos informais de baixa renda.

A ocupação intensa das áreas de Chapadas tem acarretado o aumento de áreas impermeabilizadas, limitando o aporte de água para o lençol freático e para os aquíferos mais profundos, oferecendo riscos de contaminação, sobretudo nas áreas não atendidas por sistemas de coleta e tratamento de esgotos.

Unidades de conservação

O território do Distrito Federal tem grande parte do seu território inserido em áreas ambientalmente protegidas. De acordo com o Mapa Ambiental do Distrito Federal

(SEMARH, 2000) existem as seguintes unidades de conservação implantadas no Distrito Federal: 3 Estações Ecológicas; 4 Reservas Ecológicas; 1 Parque Nacional; 1 Floresta Nacional; 3 Reservas Particulares do Patrimônio Natural; 6 Áreas de Proteção Ambiental; 7 Áreas de Relevante Interesse Ecológico; 27 Áreas de Proteção de Mananciais; 15 Monumentos Naturais e 62 Parques Ecológicos e de Usos Múltiplos.

Com o intuito de proteger a biodiversidade biológica, preservar os recursos hídricos e disciplinar a ocupação local foram criadas as cinco grandes Áreas de Proteção Ambiental – APAs abaixo descritas:

A APA do São Bartolomeu foi criada pelo Decreto n.º 88.940, de 7 de novembro de 1983, com o objetivo de preservação do manancial para futuro abastecimento do Distrito Federal, aliado a proliferação de parcelamentos urbanos ilegais em sua região. Possuindo uma área de 84,1 mil hectares ela reúne todos os tipos de vegetação do cerrado, desde o cerradão até os campos limpos. Essa APA constitui, ainda, um importante corredor de ligação entre a Reserva de Águas Emendadas, as APAs do Cafuringa, do lago Paranoá e das Bacias do Gama Cabeça-de-Veado

Seu zoneamento foi originalmente instituído pela Instrução SEMA/SEC/CAP n.º 002, de 22 de abril de 1988, sendo posteriormente objeto de um novo estudo que culminou na aprovação do rezoneamento instituído pela Lei n.º 1.149, de 11/7/1996.

A APA do Descoberto foi criada pelo Decreto Federal n.º 88.940, de 7 de novembro de 1983, com o objetivo de proteção da bacia do rio Descoberto e de sua represa, possui um área aproximada de 39.100 hectares, abrangendo em sua maior parte áreas do Distrito Federal e um trecho do estado de Goiás. Essa APA abriga, em sua totalidade, a localidade de Brazlândia.

A maior parte de sua superfície encontra-se ocupada por chácaras voltadas à produção de hortifrutigranjeiros e por áreas de reflorestamento de pinus e eucalipto. Sua criação, à semelhança do Parque Nacional, deveu-se à necessidade de proteger os mananciais para abastecimento. Seu zoneamento, instituído em 1988, a dividiu em oito diferentes zonas de uso para reflorestamento, atividades agrícolas, preservação e recuperação de recursos

hídricos e matas ciliares ou de galeria, silvicultura com espécies nativas, além de uma zona de contenção para a cidade-satélite de Brazlândia.

A APA do Gama e Cabeça-de-Veado foi criada pelo Decreto n.º 9.417, de 21 de abril de 1986, com intuito de proteger as cabeceiras do ribeirão do Gama e do córrego Cabeça-de-Veado – responsáveis por um terço das águas do Lago Paranoá, inclui trechos intactos de cerrado com uma grande variedade de fauna silvestre.

Essa APA engloba grande parte das seguintes localidades urbanas: Lago Sul, Park Way, Catetinho, Núcleo Rural Vargem Bonita, Aeroporto de Brasília e Candangolândia, não possuindo ainda um zoneamento mais detalhado.

Em seus limites encontram-se inseridas importantes unidades de conservação de uso integral como o Jardim Botânico e sua Estação Ecológica, a Estação Ecológica da Universidade de Brasília, que inclui as Áreas de Relevante Interesse Ecológico – ARIE do Capetinga e Taquara, a Reserva Ecológica do IBGE, além da Fazenda Experimental Água Limpa, da UnB, e o Jardim Zoológico.

A APA do Cafuringa foi criada pelo Decreto n.º 11.123, de 10 de junho de 1988, alterado pelo Decreto n.º 11.251, de 13 de setembro de 1988, com objetivo de preservar os monumentos naturais mais belos do Distrito Federal. Possui cerca de 46 mil hectares de relevo bastante acidentado.

A APA do Lago Paranoá foi criada pelo Decreto n.º 12.055, de 14 de dezembro de 1989, com o objetivo de preservação do cerrado, várzeas e matas ciliares que protegem as margens dos corpos hídricos que deságuam no lago Paranoá. Possui cerca de 16 mil hectares e abrange as localidades de Brasília, Paranoá, Lago Sul e Lago Norte.

A APA do Planalto Central foi criada pelo Governo Federal em janeiro de 2002, com o intuito de proteção dos mananciais de água e das áreas não-urbanizadas. Naquela ocasião, a medida foi justificada em função do crescimento desordenado, principalmente dos loteamentos clandestinos promovidos por particulares em áreas de propriedade da União ou situados próximos a áreas de proteção. (GDF, 2004)

A APA do Planalto Central envolve uma área de 504.608 hectares, recobrando aproximadamente 60% da área do Distrito Federal, incluindo ainda parte dos municípios de Planaltina de Goiás e Padre Bernardo. Sua delimitação foi feita com base no macrozoneamento instituído pelo atual Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal – PDOT, sobrepondo-se a unidades de conservação previamente instituídas. Foram excluídas, entretanto, as APAS do Descoberto e São Bartolomeu, o Parque Nacional de Brasília e as Zonas Urbanas de Consolidação de Sobradinho e Planaltina. (Figura 9)

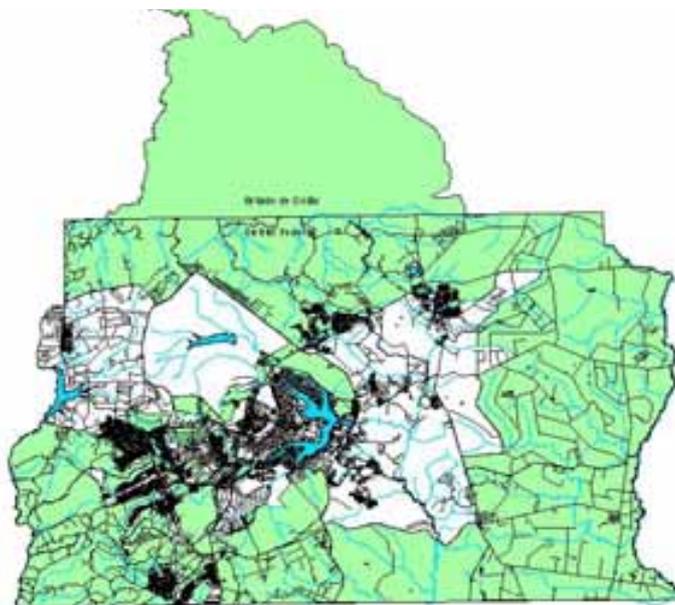


Figura 9 – APA do Planalto Central
Fonte: Seduma/GDF, 2001

Outras importantes unidades de conservação situadas no território do Distrito Federal são o Parque Nacional de Brasília e a Estação Ecológica de Águas Emendadas. O Parque Nacional, criado em 1961 para proteger o lago artificial de Santa Maria – fonte de abastecimento de água de parte do DF – possui importante função de corredor ecológico com as APAs do Paranoá e do Gama Cabeça-de-Veados, o Parque Ecológico do Guará e a Reserva Ecológica do Guará. Já a Reserva Ecológica de Águas Emendadas, criada em 1968 como reserva biológica, é a mais importante reserva natural do Distrito Federal, abrigando ainda a nascente das duas maiores bacias da América Latina – a Platina (Paraná) e Araguaia Tocantins.

Existem ainda nas áreas urbanas do Distrito Federal 62 Parques Ecológicos e de Uso Múltiplo voltados para a proteção dos atributos naturais e para as finalidades recreativa,

educacional e científica. Além dessas unidades de conservação o Distrito Federal conta ainda com o Jardim Botânico de Brasília e o Jardim Zoológico de Brasília.

Saneamento no Distrito Federal: descrição dos sistemas e redes

Sistema de abastecimento d'água

O Distrito Federal conta com elevados índices de abastecimento de água, atendendo a cerca de 98% de sua população, e totalizando uma vazão de produção de 6.149 l/s. (SIÁGUA, 2004). O consumo médio *per capita* de água em 1995 era de 200,0 l/hab.-dia. Posteriormente houve uma evolução crescente até o patamar de 225,0 l/ hab.-dia em 1998, e depois uma inversão, com uma redução constante até o valor de 194,1 l/ hab.-dia em 2001.

Seu sistema de abastecimento de água é constituído por cinco sistemas produtores: São Sebastião, Brazlândia, Sobradinho/Planaltina, Descoberto e Santa Maria/Torto, 10 Estações de Tratamento de Água – ETAs, 56 Unidades de Tratamento Simplificado ou de cloração de poços, 6.459 km de redes de distribuição/adutoras, 434.060 ligações e 719.621 economias ativas. (Figura 10)

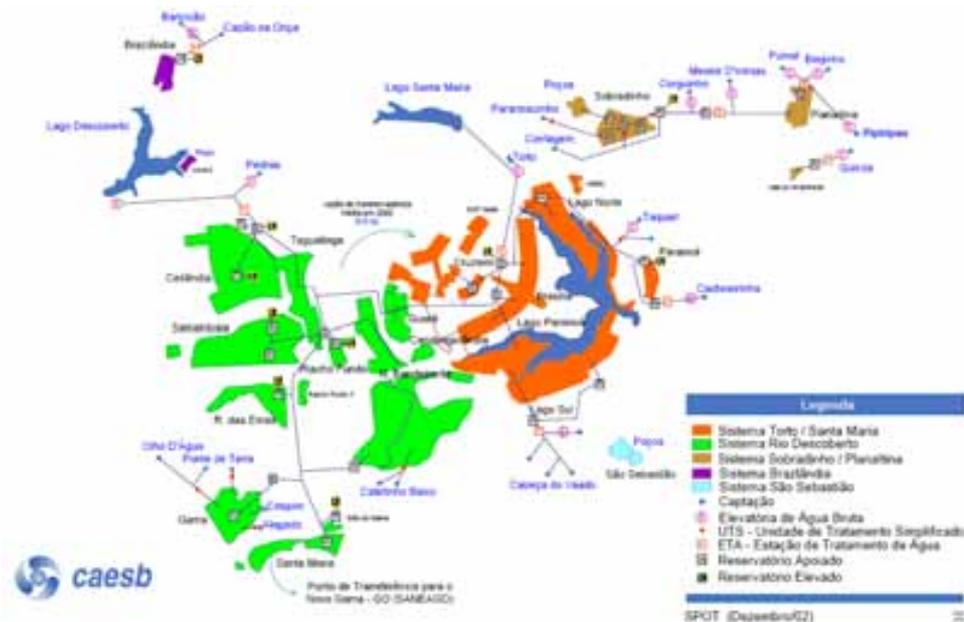


Figura 10 – Sistema de abastecimento de água do Distrito Federal.
Fonte: Caesb, 2007

O Sistema Descoberto é o de maior porte, sendo responsável pelo abastecimento de cerca de 65% da população urbana do Distrito Federal que vive em áreas regularizadas. Esse sistema é composto pelas captações em barragem do rio Descoberto e por outros sete mananciais – Catetinho, Crispim, Alagado, Olhos D'Água, Pedras e Ponte de Terra 2 e 3.

O Reservatório do Descoberto é o maior manancial utilizado para o abastecimento, sendo responsável por 96% da produção total desse sistema. Entretanto, atualmente tem sofrido grandes pressões oriundas das atividades agrícolas e da expansão urbana nos municípios goianos limítrofes, o que vem acarretando a redução da qualidade das suas águas.

O sistema Santa Maria/Torto é o segundo em porte do Distrito Federal, sendo responsável pelo abastecimento de aproximadamente 21% da população urbana em áreas regularizadas (2001). Esse sistema é composto pelos ribeirões Santa Maria (que possui uma barragem de acumulação) e Torto (uma de elevação de nível), além de outros três pequenos mananciais, responsáveis por um reforço na vazão produzida, sendo eles o Taquari, o Cachoeirinha e o Cabeça-de-Veado.

As águas provenientes desse sistema têm apresentado qualidade satisfatória, à exceção da presença eventual de algas no ribeirão Santa Maria, localizado na bacia hidrográfica do lago Paranoá, nos limites do Parque Nacional de Brasília. A distribuição de água no sistema tem se apresentado regular, ressaltando-se a rede de alimentação do Lago Sul, no que se refere à ocorrência de incrustações e à setorização deficiente.

O sistema Sobradinho/Planaltina é o terceiro sistema produtor, sendo responsável pelo abastecimento de cerca de 15% da população total do Distrito Federal. Situado em uma região com baixa disponibilidade hídrica, sua captação é feita a fio d'água na região do Pipiripau em Planaltina. Esse sistema vem necessitando de reforços em face das pressões acarretadas pela expansão dos loteamentos clandestinos e pela irrigação das áreas rurais situadas a montante.

O sistema Brazlândia atende a cerca de 3% da população abastecida no Distrito Federal, o que representa, aproximadamente, 2% do volume total de água tratada produzida. Esse sistema é formado por dois subsistemas independentes de abastecimento, um que se utiliza de captações superficiais e outro de poços profundos. O subsistema de águas superficiais é

formado pelas captações Barroco (Descoberto Montante) e Capão da Onça, que são responsáveis pelo abastecimento exclusivo de Brazlândia, enquanto o subsistema constituído de poços abastece o Núcleo Habitacional Incra 8. A qualidade das águas desse sistema tem se mostrado satisfatória ocorrendo, entretanto, algumas quedas nos períodos chuvosos, sobretudo no Barroco.

O sistema São Sebastião abastece cerca de 4% da população atendida no Distrito Federal por meio da utilização de águas subterrâneas como forma de captação. O sistema, responsável pelo abastecimento do núcleo urbano de São Sebastião, é constituído por 20 poços profundos, sendo que 18 deles já estão em operação. Essa alternativa de captação subterrânea só se tornou possível em razão da ocorrência de peculiares condições geológicas locais que permitiram a instalação de poços profundos com vazões bem maiores que em outras localidades do Distrito Federal.

Verifica-se com base nas informações constantes do Plano Diretor de Águas e Esgotos – PLD, elaborado pela Caesb em 2000, e que envolve um horizonte de projeto até 2030, o limite total de atendimento, em termos globais, do sistema de abastecimento de água do Distrito Federal encontra-se próximo de ser atingido, apesar da existência de algumas folgas no sistema, que são anuladas pelas deficiências encontradas em outros.⁴⁷

Esse plano estudou diversas alternativas para ampliação dos serviços de abastecimento de água. Dentre essas alternativas, a solução recomendada contempla, de maneira geral, os seguintes componentes: i) Implantação de um novo sistema de produção de água tratada a partir de captação no futuro lago da UHE Corumbá IV – Braço Areias, com capacidade de 3.107 l/s para atender cerca de 37,1% da demanda adicional; ii) Implantação de um novo sistema de captação no rio São Bartolomeu, com capacidade de 3.060 l/s; iii) Reforço da disponibilidade de água bruta no sistema Descoberto a partir de uma nova capacidade de 1.129 l/s; iv) Reforço da disponibilidade de água bruta no sistema Santa Maria/Torto a partir de uma nova captação no rio da Palma, com capacidade de 1.063 l/s; e v) Ampliações nos sistemas de distribuição de água potável, incluindo adutoras de água tratada, elevatórias de água tratada e reservatórios.

⁴⁷ Como exemplo, verifica-se que embora o Sistema rio Descoberto apresentasse, em 2000, uma folga de cerca de 1,1 m³/s, que poderia vir a suprir as deficiências dos demais sistemas/subsistemas, interligados ou não a ele, os sistemas Sobradinho e Planaltina – este último causado pela incapacidade de produção plena de água bruta no Pipiripau – apresentam déficits de produção enquanto o sistema Brazlândia já ultrapassa o seu limite de atendimento.

Sistema de esgotamento sanitário

A Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – Caesb atende, atualmente, com coleta de esgotos, a aproximadamente 93% da população total. O montante de esgoto coletado é de 296.744 metros cúbicos por dia, dos quais 100% são tratados – 296 milhões de litros por dia. Mas, conforme consta da Tabela 13, o índice de atendimento não é homogêneo, apresentando variações em diferentes localidades.

Tabela 13 – Dados do sistema de coleta e tratamento por Região Administrativa

Região Administrativa	Ligações	Economias	Extensão de rede em operação em dez./2006 (m)	Vazão Média de esgoto coletado m ³ /mês (até dez./2006)
Brasília	18.759	94.802	531.446	3.061.996
Gama	22.546	37.911	256.180	516.387
Taguatinga	37.305	71.007	454.770	913.668
Brazlândia	9.260	12.657	132.154	98.320
Sobradinho (I e II)	14.391	21.391	200.739	198.649
Planaltina	19.621	23.667	238.810	231.675
Paranoá	7.963	11.760	94.741	83.312
Núcleo Bandeirante	4.460	8.799	55.324	124.906
Ceilândia	65.384	104.056	529.516	1.069.818
Guará	19.508	37.861	268.380	579.331
Cruzeiro	5.641	35.538	91.367	255.683
Samambaia	40.029	51.425	624.340	584.720
Santa Maria	22.163	26.365	315.720	250.884
São Sebastião	10.527	13.563	150.733	254.474
Recanto das Emas	22.111	25.881	310.010	197.346
Lago Sul	4.264	4.410	172.054	181.772
Riacho Fundo (I e II)	12.100	16.364	150.935	219.435
Lago Norte	3.641	5.286	127.239	143.162
Candangolândia	3.294	4.524	31.204	61.362
T O T A L	342.967	607.267	4.734.662	9.026.901

Fonte: Caesb, 2007

O sistema de esgotamento sanitário do Distrito Federal, implantado e operado pela Caesb, constitui-se de 17 Estações de Tratamento de Esgotos – ETEs (Brasília Sul, Brasília Norte, Torto, Brazlândia, Sobradinho, Planaltina, Vila Aeronáutica, Vale do Amanhecer, Samambaia, Santa Maria, Alagado, São Sebastião, Recanto das Emas, Riacho Fundo, Paranoá, Gama e Melchior), 38 Estações de Bombeamento, 4.736 km de redes coletoras, 346.239 ligações prediais e 624.535 economias⁴⁸. (Figura 11)

⁴⁸ Economia é a unidade autônoma ou conjunto de unidades autônomas de um determinado imóvel atendida por uma ligação. Já a ligação predial é o ponto de conexão do imóvel à rede pública de distribuição de água.

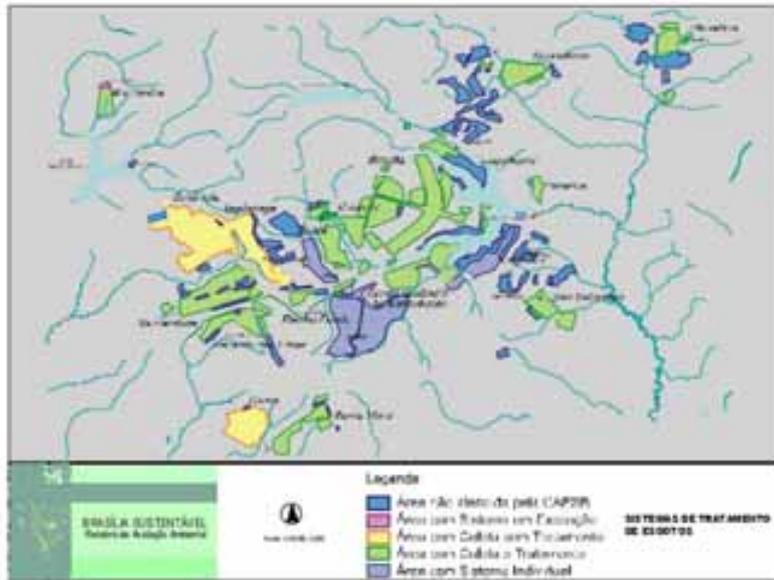


Figura 11 – Sistemas de tratamento de esgotos do Distrito Federal
 Fonte: Programa Brasília Sustentável

A distribuição das Estações de Tratamento por bacias hidrográficas pode ser verificada com base nos dados da tabela abaixo.

Tabela 14 – Estações de tratamento de esgotos no Distrito Federal

BACIA HIDROGRÁFICA	EQUIPAMENTO	ÁREAS ATENDIDAS
Bacia do lago Paranoá	ETE Brasília – Sul	Asa Sul, Núcleo Bandeirante, Guará, Cruzeiro (incluindo Octogonal e Sudoeste), Candangolândia, Lago Sul e parte (Quadra QN1) do Riacho Fundo;
	ETE Brasília – Norte	Asa Norte, Lago Norte e Vila Varjão
	ETE Torto	Vila Weslian Roriz (Torto),
	ETE Riacho Fundo	Riacho Fundo I
	ETE Aeroporto	Aeroporto e a Base Aérea
Bacia do rio São Bartolomeu	ETE Sobradinho	Sobradinho
	ETE Buritis	Vila Buritis – Planaltina
	ETE Planaltina	Planaltina
	ETE Vale do Amanhecer	Vale do Amanhecer
	ETE Paranoá	Paranoá
Bacia do rio Ponte Alta e Alagado	ETE São Sebastião	São Sebastião
	ETE Gama	Gama
	ETE Recanto das Emas	Recanto das Emas e o Riacho Fundo II
	ETE Alagado	Santa Maria
	ETE Santa Maria	Santa Maria
Bacia do rio Descoberto	ETE Vila Aeronáutica	Vila Aeronáutica no Gama
	ETE Melchior	Samambaia, Taguatinga e Ceilândia
Bacia do rio Verde - Goiás	ETE Samambaia	Samambaia
	ETE Brazlândia	Brazlândia

Fonte: Programa Brasília Sustentável

A Caesb vem promovendo uma série de medidas visando universalização dos índices de coleta e depuração dos esgotos. Dentre elas destacam-se: (i) a expansão do programa condominial de esgotos; (ii) a expansão e melhoria das estações de tratamento de esgotos; (iii) implantação de sistemas de telemetria; (iv) manutenções preventivas e programas e; (v) fomento do plano de gestão do Lago Paranoá. (CAESB, 2000)

A alternativa do Sistema Condominial de Esgotos, desenvolvida a princípio para expandir a cobertura da rede coletora de esgotos à população que não tinha condições de arcar com os custos de ampliação do sistema convencional, tornou-se o modelo de esgotamento escolhido para atender às demais áreas do Distrito Federal, independentemente do perfil de renda da população. Em decorrência, houve um acréscimo de ligações ativas de esgotos no Distrito Federal, no período de 1998 a 2002, de aproximadamente 21,5%.

Entretanto, a elevação da amplitude dos serviços de saneamento acarretou a necessidade de se dispor adequadamente do lodo resultante das estações de tratamento de esgotos. A título de exemplo, verifica-se que a quantidade de lodo produzida apenas nas ETEs Sul e Norte, que ainda não atingiram sua capacidade de projeto, representa 90% do total produzido pela Caesb, atingindo um volume diário de 180 toneladas. A fim de reduzir o volume de lodos produzidos em suas ETEs, a Caesb elegeu o processo de secagem térmica para reduzir a umidade dos mesmos.

No Distrito Federal, a deposição do lodo produzido pelas estações de tratamento de esgotos continua sendo um grande problema, embora ocorra a sua utilização na produção agrícola e na recuperação de áreas degradadas. Na época das chuvas, porém, quando a produção de lodo se torna maior do que a capacidade de absorção, o problema se agrava. Algumas soluções emergenciais aplicadas têm acarretado problemas maiores ainda, como a utilização do aterro do Jóquei para deposição, agravando ainda mais a situação ambiental daquele aterro. Quando as ETEs do Sistema Melchior e do Gama estiverem em operação, na falta de uma gestão organizada, o problema de disposição segura do lodo se agravará.

Os estudos de alternativas constantes do Plano Diretor de Água e Esgotos do Distrito Federal – PLD 2000 estabeleceu algumas diretrizes básicas para o sistema de esgotamento sanitário, cuja solução recomendada centraliza-se nos seguintes aspectos: i) Absorção do crescimento populacional pelos sistemas de coleta/tratamento de esgotos existentes por

meio de expansões das unidades de transporte e tratamento já implantadas; ii) Exportação de esgotos para os novos sistemas coletores a serem implantados em Vicente Pires, Águas Claras e Taquari; iii) Ampliação das estações existentes; e iv) Previsão de três novas unidades de tratamento de médio porte, denominadas ETE Sobradinho Nova, ETE Taboca e ETE Tororó além de duas pequenas unidades de tratamento destinadas ao tratamento de áreas restritas.

Sistema de Drenagem pluvial

O Distrito Federal conta com sistemas tradicionais de drenagem nas suas áreas urbanas regulares, excetuando-se São Sebastião, Santa Maria, Samambaia, Recanto das Emas e Riacho Fundo II, ainda em fase de implantação. Esses sistemas consistem na captação das águas das chuvas, condução através de galerias e despejo direto nos corpos d'água.

Verifica-se que tais soluções vêm acarretando uma série de problemas, como a erosão de base, destruição de matas de galeria e assoreamento de corpos hídricos, pois não minimizam adequadamente os impactos ambientais negativos provenientes do lançamento de emissários pluviais nos cursos d'água com elevada velocidade e com grande quantidade de partículas.

Aliado a isso, a elevação das taxas de impermeabilização do solo que resultam da ocupação urbana tem implicado o aumento das vazões no sistema de drenagem, alterando significativamente o seu regime hídrico.

Destaca-se, ainda, que a implantação de pavimentação, em diversas localidades – não realizada de forma concomitante com o sistema de drenagem, vem ocasionando além de erosões o carreamento de partículas, o que tende a assorear cursos d'água receptores.

Sistema de gestão de resíduos sólidos

Segundo dados divulgados pelo Governo do Distrito Federal por meio do órgão responsável pela gestão dos resíduos sólidos, o Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal – SLU, a taxa de cobertura desses serviços atinge 100% do território, dado comparável ao divulgado pelo Censo Demográfico em 2000, que já era de 96,1%.

A gestão de resíduos sólidos no Distrito Federal compreende as etapas de coleta, transporte e tratamento do lixo, embora nem todos os resíduos coletados recebam tratamento. Do montante total de lixo coletado, parte é transportada diretamente para o seu destino final para fins de aterramento enquanto outra parte encaminhada para uma das cinco usinas de tratamento existentes, com a capacidade nominal de processamento de cerca de 1.000 t/dia, onde será submetido aos processos de incineração, triagem e compostagem.

A Usina de Tratamento de Lixo da Asa Sul – UTL, situada próxima ao lago Paranoá, encontra-se em operação desde 1963. Essa usina possui capacidade nominal de tratar 250 t/dia de resíduos e é responsável pelo atendimento das seguintes localidades: Asa Sul, o Lago Sul, a Asa Norte e o Lago Norte.

A Usina Central de Tratamento de Lixo – UCTL, localizada na Ceilândia, está em operação desde 1987. Ela possui capacidade nominal de tratar 600 t/dia de resíduos e é responsável pelo atendimento de Ceilândia, Taguatinga e Samambaia.

A Usina de Compostagem e Reciclagem de Brazlândia – UDBraz, situada em Brazlândia, opera desde 1991 com uma capacidade nominal de 20 t/dia, atendendo, exclusivamente, à cidade de Brazlândia.

A Unidade Central de Coleta Seletiva – UCCS, situada na Asa Sul, é responsável pelo atendimento das Asas Sul e Norte. A UCCS foi construída em 1996 para receber resíduos “secos” da coleta seletiva e para proceder à triagem dos materiais recicláveis. Entretanto, atualmente, em função da desativação dos serviços de coleta seletiva, esta usina vem processando lixo comum.

A Usina de Incineração de Lixo Especial – UILE, localizada na Ceilândia junto à Usina Central de Tratamento de Lixo – UCTL, encontra-se em operação desde 1986. É responsável pela incineração dos “lixos especiais” e apresenta uma capacidade nominal de incinerar 30 t/dia.

Os resíduos não-processados que já passaram pelo processo de triagem são encaminhados para deposição no Aterro do Jóquei Clube, conhecido como “Lixão da Estrutural”. Esse aterro abrange uma área de 196 hectares e recebe cerca de 2.800 t/dia de lixo.

O Aterro do Jóquei Clube, em operação há mais de 30 anos, encontra-se com sua capacidade praticamente esgotada. Para fins de desativação desse aterro vem sendo estudada a possibilidade de instalação de um aterro sanitário com área de 83,7 hectares, na margem norte da rodovia DF-180, em Samambaia, próximo à Estação de Tratamento de Esgotos – ETE do Melchior, onde o lixo passará também a ser compactado, para reduzir o volume, e coberto com terra diariamente.

Com base nas descrições procedidas, pode-se observar que enquanto os padrões morfológicos do Distrito Federal seguem os cânones do urbanismo moderno, com a malha urbana dimensionada para o transporte rodoviário e alto índice de motorização, os sistemas de infra-estrutura urbana do Distrito Federal baseiam-se em paradigmas tecnológicos centralizados em uma visão sanitária conservadora.

Como decorrência desse paradigma, percebe-se que as soluções tecnológicas adotadas baseiam-se quase sempre em grandes e complexos sistemas operacionais, de elevados custos, que não incorporaram os novos conceitos de sustentabilidade do meio ambiente. Como exemplo, verifica-se que: i) as soluções abastecimento de água são baseadas em captações centralizadas obtidas pela construção de grandes represas (as barragens Santa Maria e Descoberto); ii) o esgotamento sanitário se dá por sistema hidráulico com tratamento mecânico em nível terciário; iii) os resíduos sólidos apresentam como soluções o destino final centralizado em usina de compostagem mecânica; e, por fim, iv) a drenagem urbana sempre é feita através de grandes galerias.

Feitas as considerações acima sobre os sistemas de infra-estrutura urbana do Distrito Federal, o capítulo seguinte visa contabilizar os custos acarretados nesses sistemas pelo padrão de urbanização do solo adotado ao longo do tempo.

Capítulo 6. Avaliação dos impactos da urbanização dispersa nos custos de infra-estrutura urbana no Distrito Federal

Ao longo do capítulo 3 foram identificados os seguintes aspectos morfológicos da urbanização dispersa no Distrito Federal: densidade, forma urbana, continuidade do tecido e setorização, como sendo aqueles que apresentam maior relevância no cômputo dos custos de infra-estruturas urbanas de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Verificou-se, ainda, no capítulo 5 que os principais condicionantes do meio físico que interferem no provimento das mencionadas infra-estruturas urbanas, no caso específico da área de estudo, são os recursos hídricos e os solos, por serem os fatores ambientais mais sensíveis à degradação e que, ao longo do tempo, exerceram papel significativo enquanto condicionantes do processo de ocupação territorial e da implantação dos sistemas de infra-estrutura estudados.

Esses dois atributos do meio físico foram determinantes na escolha da localização geográfica do Distrito Federal. Referências às características geomorfológicas e ao sistema hidrográfico são encontradas desde o Relatório da Comissão Exploradora do Planalto Central – Relatório Cruls (1894) bem como nos demais estudos técnicos que antecederam a construção de Brasília – Relatório Belcher (1955) e Relatório do Plano Piloto de Brasília de Lúcio Costa.

Ressalta-se, ainda, a influência que esses aspectos tiveram tanto na conformação do modelo de ocupação territorial disperso que se consolidou no Distrito Federal quanto na escolha das políticas públicas de desenvolvimento urbano e de infra-estrutura que foram adotadas ao longo do tempo.

O presente capítulo objetiva correlacionar as influências dos mencionados fatores morfológicos e físicos com os custos de infra-estrutura urbana de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no Distrito Federal como também analisar o desempenho dessas redes nas localidades urbanas selecionadas através de dois indicadores construídos para este fim.

Abrangência do Estudo

Conforme estabelecido anteriormente no capítulo 4, o aglomerado urbano de Brasília configura um território cujo contorno extrapola os limites do quadrilátero do Distrito Federal, envolvendo os municípios goianos limieiros, sobretudo Valparaíso, Novo Gama, Cidade Ocidental, Águas Lindas e Santo Antônio do Descoberto. Entretanto, por razões metodológicas o estudo ficará restrito aos limites do quadrilátero do Distrito Federal.

A investigação apresenta, ainda, duas abordagens distintas. A primeira envolvendo todo conjunto urbano do Distrito Federal como forma de propiciar sua correlação com outras cidades brasileiras, enquanto a segunda apresenta uma abordagem centrada em determinadas localidades urbanas inseridas na área de estudo, que foram selecionadas em função das peculiaridades de suas características morfológicas e de elementos do meio físico, de modo a tornar possível uma comparação entre elas.

Ressalta-se, ainda, que a reflexão apresentada ao longo dessa dissertação não objetivou proceder a mensuração do grau de dispersão urbana encontrado no Distrito Federal. Ao contrário, assumiu a dispersão como premissa, baseando-se em estudos existentes (Holanda, Ojima, Ávila).

A tônica da pesquisa encontra-se voltada para a identificação do comportamento dos custos de saneamento ambiental que são acarretados pelo padrão de urbanização dispersa no Distrito Federal. Por opção metodológica, conforme inicialmente estabelecido, este trabalho ficará restrito aos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário.

A escolha das cidades brasileiras – Florianópolis e Natal – que foram utilizadas como parâmetro de comparação com o Distrito Federal deu-se em função da presença nestas localidades de estruturas espaciais descontínuas, com grandes vazios urbanos, em parte devido aos de obstáculos naturais existentes, e por apresentam um padrão de crescimento linear à luz do que ocorre no Distrito Federal.

Ressalta-se que, embora estas cidades estejam inseridas em Regiões Metropolitanas, os dados analisados restringem-se aos seus limites municipais como forma de assegurar a compatibilidade com os critérios metodológicos adotados no Distrito Federal.

Aplicação da Metodologia

Descrição do Método

A abordagem das influências exercidas pela urbanização dispersa nos custos de infra-estruturas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no Distrito Federal foi promovida com base em um aporte metodológico desenvolvido para correlacionar as proposições teóricas apresentadas nos três primeiros capítulos com as evidências físico-espaciais identificadas na área de estudo ao longo dos capítulos 4 e 5.

Para fins de aplicação da metodologia, sob uma perspectiva comparativa, foram estabelecidos dois níveis de abrangência para a pesquisa. O primeiro consistiu na avaliação das características da configuração formal do Distrito Federal em relação a outras aglomerações urbanas brasileiras, a partir de elementos disponíveis na bibliografia existente, como forma de se propiciar os critérios necessários para elencar as cidades brasileiras objeto de comparação com a área de estudo.

Para a identificação das cidades objeto de comparação foram adotados os seguintes critérios: dados relativos ao tamanho, população e densidade urbana das cidades; classificação funcional na rede urbana brasileira e os valores atribuídos em estudos existentes para as dimensões espaciais: densidade, centralidade, fragmentação espacial, linearidade ou orientação da ocupação.

Em conseqüência, foram selecionadas as aglomerações urbanas de Florianópolis e Natal em virtude das características de suas estruturas espaciais, que, como no Distrito Federal, são marcadas também pela fragmentação e expansão linear da mancha urbana, em decorrência de algumas peculiaridades encontradas nos respectivos sítios de localização que guardam relação direta com o provimento de infra-estruturas urbanas.

Dada a heterogeneidade dos padrões morfológicos identificados na área de estudo, o segundo nível de abrangência foi estabelecido em meio às ocupações urbanas existentes no próprio Distrito Federal. Para identificação dessas localidades foram adotados os seguintes critérios de seleção: características morfológicas, densidades, características do solo e disponibilidade hídrica. Em decorrência desses critérios e ainda com base na literatura

existente, foram selecionadas três diferentes localidades urbanas inseridas dentro dos limites do quadrilátero do Distrito Federal: Plano Piloto, Lago Norte e Taguatinga.

Para as mencionadas localidades foram elencadas variáveis de análise mais detalhadas. Para o sistema de abastecimento de água foram considerados os seguintes aspectos: padrão de consumo, alternativas tecnológicas dos componentes do sistema e extensão da rede de distribuição; enquanto para o sistema de esgotamento sanitário foram considerados respectivamente: o volume de esgoto produzido, o padrão de tratamento e de coleta e a extensão de suas redes.

Por fim, visando mensurar nessas áreas a relevância dos padrões dispersos em relação ao provimento das infra-estruturas urbanas de água e esgotos, mediante uma comparação entre elas, foram construídos dois indicadores denominados, respectivamente, índice de otimização e de compacidade das suas redes que se encontram detalhados mais adiante.

Identificação das áreas de estudo

a) Cidades brasileiras

A seleção das cidades comparadas com o Distrito Federal foi promovida com base na análise dos seguintes dados populacionais que foram divulgados para as capitais brasileiras pelo Censo Demográfico de 2000 (IBGE, 2000): população, tamanho dos municípios e densidade urbana, acrescido da classificação funcional das cidades introduzida pelo estudo Caracterização e Tendências da Rede Urbana do Brasil (IPEA/IBGE/UNICAMP, 2000) e das dimensões espaciais: densidade, fragmentação, linearidade e centralidade apresentadas no estudo comparativo sobre a dispersão urbana em cidades brasileiras promovido por Ojima⁴⁹ (2007).

A pesquisa da rede urbana brasileira promovida pelo Ipea/IBGE/Unicamp (2000), que abrangeu 49 aglomerações nacionais classificando-as em seis sub-categorias espaciais (metrópoles globais, metrópoles nacionais, metrópoles regionais, centros regionais, centro

⁴⁹ O estudo denominado “Dimensões da urbanização dispersa e proposta metodológica para estudos comparativos: uma abordagem socioespacial em aglomerações urbanas brasileiras”, elaborado por Ojima (2007) comparou 37 aglomerados urbanos brasileiros através de um Indicador de Dispersão Urbana construído a partir das seguintes características: densidade, fragmentação, orientação e centralidade.

sub-regional 1 e centro sub-regional 2), analisou as aglomerações urbanas brasileiras a partir das seguintes perspectivas: tamanho dos centros urbanos, tipologia ocupacional e dependência funcional, forma urbana assumida pelas aglomerações urbanas.

Dentre as cidades elencadas no universo da mencionada pesquisa foram selecionadas aquelas que, ao mesmo tempo, exerciam o papel de capital de alguma unidade da federação Brasileira e que pertenciam a mesma sub-categoria em que se insere o Distrito Federal, qual seja, a de Metrópole Nacional – MN ou a categoria mais próxima desta, a de Centro Regional - CR. Assim o universo de cidades foi reduzido, inicialmente, às seguintes cidades: Belo Horizonte, Porto Alegre, Recife, Salvador, Fortaleza, Curitiba, Vitória, Natal, São Luís, Maceió, João Pessoa, Aracajú e Florianópolis.

Na seqüência, foram agregados os dados divulgados pelo Censo Demográfico de 2000 quanto ao tamanho populacional, área dos municípios e densidades urbanas destas localidades que foram transcritos na tabela abaixo.

Tabela 15 – População total, área urbana, densidade demográfica e densidade domiciliar

Agglomerações Urbanas	População (habitantes)	Domicílios	Área urbana (km ²)	Densidade Demográfica (hab./km ²)	Densidade Domiciliar (dom./km ²)
Aracajú	703.983	178.052	711,11	990,0	250,4
Curitiba	2.502,129	728,859	1.184,91	2.11,7	615,1
Brasília	2.623,303	701.028	2.083,55	1.259,1	365,5
Florianópolis	698,447	207.661	647,42	1.078,8	320,8
Fortaleza	2.821.761	692.926	1.278,83	2.206,5	541,8
João Pessoa	828.712	212.388	315,22	2.629,0	673,8
Maceió	865.717	220.414	244,90	3.535,0	900,0
Natal	961.638	241.998	248,07	3.876,5	975,5
Porto Alegre	3.436.431	1.065.320	1.566,11	2.194,2	680,2
Recife	3.238.736	849.458	973,43	3.327,1	872,6
Salvador	2.959.434	791.007	696,14	4.251,2	1.136,3
São Luís	945.280	221.409	332,56	2.842,4	665,8
Vitória	1.327.342	373.646	845,91	1.569,1	441,7

Fonte: Censo Demográfico, 2000 – IBGE

Observação: O estudo entende por Brasília todas as ocupações existentes nos limites de sua aglomeração urbana.

Em seguida foram utilizados os indicadores espaciais utilizados por Ojima (2007) na construção de um Indicador Sintético de Dispersão Urbana adotado para analisar, comparativamente, a configuração espacial de 37 aglomerações urbanas brasileiras⁵⁰.

⁵⁰ Essas aglomerações foram selecionadas dentre aquelas que foram objeto do estudo “Caracterização e tendências da rede urbana brasileira” (IPEA/IBGE/UNICAMP, 2000)

Tabela 16 – Indicadores de densidade, linearidade, centralidade e dispersão - 2000

Cidade	Densidade	Fragmentação	Linearidade	Centralização	Dispersão
Aracajú	0,68414 (1º)	0,54236 (13º)	0,53782 (11º)	0,06201 (13º)	0,45658 (7º)
Curitiba	0,50934 (6º)	0,75326 (2º)	0,54551 (7º)	0,07321 (11º)	0,47033 (3º)
Brasília	0,64495 (3º)	0,76049 (1º)	0,58114 (4º)	0,08125 (9º)	0,51696 (1º)
Florianópolis	0,65224 (2º)	0,74103 (4º)	0,58546 (3º)	0,07797 (10º)	0,51418 (2º)
Fortaleza	0,54578 (5º)	0,62054 (10º)	0,53834 (9º)	0,17169 (3º)	0,46909 (5º)
João Pessoa	0,48009 (8º)	0,63982 (9º)	0,54099 (8º)	0,13733 (4º)	0,44956 (8º)
Maceió	0,36967 (11º)	0,66396 (8º)	0,51690 (12º)	0,18326 (2º)	0,43345 (12º)
Natal	0,33465 (12º)	0,74589 (3º)	0,54794 (6º)	0,11277 (7º)	0,43532 (11º)
Porto Alegre	0,47688 (9º)	0,68555 (6º)	0,59791 (1º)	0,11971 (6º)	0,47001 (4º)
Recife	0,38266 (10º)	0,60601 (11º)	0,57910 (5º)	0,07078 (12º)	0,40964 (13º)
Salvador	0,26499 (13º)	0,68718 (5º)	0,53841 (10º)	0,30058 (1º)	0,44779 (10º)
São Luís	0,48408 (7º)	0,67359 (7º)	0,51434 (13º)	0,12003 (5º)	0,44801 (9º)
Vitória	0,59490 (4º)	0,57307 (12º)	0,59065 (2º)	0,094403 (8º)	0,46316 (6º)

Fonte: extraído de OJIMA, 2007

Observação: O estudo entende por Brasília o conjunto das ocupações existentes nos limites do DF

A análise dos indicadores acima revelou que: i) as cidades menos densas são: Aracajú, Florianópolis e Brasília; ii) as mais fragmentadas são: Brasília, Curitiba e Natal; iii) as mais lineares são: Porto Alegre, Vitória, Florianópolis; iv) as de maior centralidade: Salvador, Maceió e Fortaleza enquanto que as mais dispersas são: Brasília, Florianópolis e Curitiba.

A seleção inicial subtraiu as cidades mais densamente ocupadas e que apresentaram elevado indicador de centralidade urbana, como Salvador e Maceió, a seguir, os indicadores que predominaram na seleção foram os relativos a fragmentação espacial e a dispersão urbana, que são os mais relevantes na avaliação da urbanização dispersa, fazendo com que a escolha recaísse sobre Florianópolis e Natal.

Florianópolis integrou as primeiras colocações dentre as cidades menos densas, mais lineares e mais dispersas elencadas para seleção enquanto Natal apresentou elevada fragmentação espacial, razões determinantes para a escolha dessas cidades.

a.1) Florianópolis

Florianópolis, capital do Estado de Santa Catarina, possui uma área de 436,5 km² com uma população de cerca de 350 mil habitantes, perfazendo uma densidade de cerca de 805,52 hab./ha. A cidade encontra-se estruturada em 12 distritos administrativos. Sua ocupação, em função das limitações naturais que decorrem de seu caráter insular, adensou em direção a porção territorial continental, extravasando-se sobre municípios vizinhos. (IBGE, 2007)

A aglomeração urbana de Florianópolis agrega ainda oito municípios⁵¹, sendo três deles em uma mancha conurbada: São José, Biguaçu e Palhoça. Seu volume de população é de cerca de 595.128 habitantes, com uma densidade demográfica de 258,86 hab./km² e vem apresentando um declínio no crescimento. Incidindo sob os limites desta aglomeração foi instituída a Região Metropolitana de Florianópolis por meio da Lei n.º 162/98 de 06 de janeiro de 1998. (IBGE, 2007)



Figura 12 – Limites do município de Florianópolis

As principais fontes de abastecimento de água são os mananciais Pilões/Cubatão, com vazão de operação média mensal no exercício de 2004 de 1630 l/s, atendendo os Municípios de Santo Amaro da Imperatriz, Palhoça, São José, Biguaçu e parte de Florianópolis. A Capital fica com aproximadamente 800 l/s. (CASAN, 2007)

Na Ilha de Santa Catarina, a captação de água pela Casan é feita na Lagoa do Peri, com vazão de operação média mensal de 150 l/s, e em outros mananciais de pequeno porte, a saber: Rio Tavares, Ana D'Ávila, Córrego Itacorubi, Córrego Grande e Córrego Monte Verde. Além dos mananciais superficiais, existem, ainda, 21 poços perfurados pela Casan, que apresentam uma vazão média por poço de 8,23 l/s. O percentual de habitantes atendidos por água chega a 96,4% da população urbana. (CASAN, 2007)

O índice de atendimento no Aglomerado Urbano de Florianópolis com sistema completo de esgotamento sanitário, que compreende coleta, tratamento e destino final, é de 46,6%, percentual bastante superior à cobertura do Estado de Santa Catarina, que é de 11,3%. (CASAN, 2007)

⁵¹ S.José, Palhoça, Biguaçu, Santo Amaro da Imperatriz, Governador Celso Ramos, Antônio Carlos, Águas Mornas e São Pedro de Alcântara.

a.2) Natal

Natal, capital do Estado do Rio Grande do Norte, ocupa uma área de 170,29 km² com uma população de 774.205 habitantes, perfazendo uma densidade demográfica de 4.638,3 hab./ha. Em seus limites não incidem zonas rurais apresentando, apenas, população urbana. (IBGE, 2007)

A cidade encontra-se inserida em uma área de planície litorânea, permeada de dunas e cercada por montanhas. O Rio Potengi secciona a cidade mantendo a Zona Norte separada das demais zonas da cidade.

O município de Natal encontra-se inserido na Região Metropolitana de Natal⁵², conhecida também como Grande Natal, que ocupa uma área de 2.519 km², a população da RMN está estimada em pouco mais de 1.266.507 habitantes, com uma densidade de 492,5 hab./ha. (IBGE, 2007)



Figura 13 – Limites do município de Natal

O sistema de abastecimento de água de Natal constitui-se, basicamente, de duas captações superficiais – as Lagoas do Jiqui e de Extremoz – e da captação subterrânea de mais de cem poços tubulares com profundidades que variam de 80 a 100 m. O percentual de população atendida atinge 94,1%. (CAERN, 2007).

⁵² criada pela Lei Complementar Estadual n.º 152, de 16/01/1997, compreendendo os municípios de Natal (capital do Estado), Ceará-Mirim, Extremoz, Macaíba, Nísia Floresta, Parnamirim, São Gonçalo do Amarante, São José de Mipibu e Monte Alegre, sendo Nísia Floresta e São José de Mipibu incluídos na RMN desde 10/01/2002.

O padrão de tratamento das águas superficiais envolve a filtração, a correção de alcalinidade (ph) e a desinfecção não utilizando a adição de coagulantes no processo de tratamento. Já o tratamento de águas captadas de mananciais subterrâneos não abrange qualquer tratamento, exceto quanto à desinfecção e diluição com água de superfície para correção do teor de nitrato.

O sistema de esgotamento sanitário utiliza os modelos convencional e condominial, sendo composto por 6 estações de tratamento (Ponta Negra, Bacias D e I, Alecrim e Quintas, Distrito Industrial de Natal e Igapó Beira Rio/Jardim Lola I e II), 16 estações elevatórias e 130 km de redes e emissários. A população atendida é de 240.000 habitantes, representando um percentual de cobertura de coleta de 32% dos quais 40% recebem tratamento. (CAERN, 2007)

b) Áreas de estudo no Distrito Federal

O Distrito Federal representa uma área de estudo bastante heterogênea sendo composto de um verdadeiro mosaico morfológico (Kohlsdorf, 1985 e 1996). Para identificação das áreas de estudo que incidem em seus limites territoriais partiu-se da classificação de tipos mórnicos adotada por Holanda et al.(2003) e descrita a seguir:

- a) Vernáculo – Encontrado nos Setores Tradicionais dos núcleos urbanos preexistentes a construção de Brasília, Planaltina (1810) e Brazlândia (1930), cujas principais características morfológicas são: malha levemente irregular com numerosos cruzamentos, quarteirões com cerca de 100 x 100 m, lotes profundos com dimensões e formatos variados, construções nos limites das testadas e mistura de usos.
- b) Modernismo clássico – Presente no Plano Piloto de Lúcio Costa que elaborado sob os preceitos do urbanismo moderno acrescido de outras influências⁵³ apresenta como características morfológicas: malha estruturada pela regularidade e repetição de elementos básicos, na forma de um “feixe curvilíneo de artérias paralelas (as Asas residenciais), ortogonalmente interceptado por outro retilíneo”.

⁵³ Incorporação de elementos históricos: perspectivas barrocas e terraplenos monumentais, remetendo à Antiguidade e à América pré-colombiana (Holanda, 2002); referências ao gregarismo colonial brasileiro e ao urbanismo internacional (acrópole cerimonial, cidade linear, cidade-jardim).

- c) Acampamentos de obra – Percebido nos assentamentos remanescentes de acampamentos de obras implementados pelas empresas de construção civil para abrigar operários e técnicos que trabalhavam na implantação do Plano Piloto, a exemplo da Vila Planalto, Candangolândia, Velhacap e Metropolitana. Embora construídos para serem utilizados provisoriamente tiveram filiação modernista expressando na madeira elementos da arquitetura vanguardista da época: volumetria simples, grandes aberturas, elegantes composições de fachadas e treliças e características morfológicas semelhantes ao tipo vernáculo brasileiro: malhas reticuladas, lotes estreitos, pouca intersticialidade entre os edifícios e a relação direta deles com o espaço público.
- d) Modernismo periférico – Apresenta-se nas cidades-satélites surgidas antes da inauguração da Capital, a exemplo de Taguatinga, Gama e Sobradinho, que tiveram suas concepções urbanísticas submetidas às mesmas regras do urbanismo moderno aplicado no núcleo central, porém sem a mesma qualidade. Suas principais características morfológicas são: malha hierarquizada com poucos eixos de acesso, superdimensionamento do sistema circulatório, setorização funcional e excesso de áreas públicas residuais.
- e) Invasões populares – As invasões de baixa renda acompanham a história de Brasília remontando aos primórdios de sua construção. As invasões iniciais, onde a Vila Paranóia era o exemplo clássico, seguiam os mesmos padrões morfológicos encontrados nas demais favelas brasileiras: tecido compacto de proporções irregulares, eixos viários angulosos e sinuosos, em determinados casos, edifícios abertos diretamente para as áreas públicas. Entretanto, nas últimas décadas, as características morfológicas das invasões são diferenciadas com quadriculas de ruas perpendiculares a cada 100 metros, lotes geometricamente regulares e de dimensões semelhantes, a exemplo de Itapoã e Estrutural.
- f) Pós-modernismo – Refere-se ao conjunto de padrões morfológicos surgidos recentemente e que podem ser encontrados nos setores centrais de Brasília, na orla

do Lago Paranoá, nos novos bairros de Águas Claras, Setores Noroeste e Sudoeste e nos diversos loteamentos residenciais dispersos pelo território.

Tabela 17 – Resumo dos tipos mórficos encontrados no Distrito Federal

TIPO MÓRFICO	EXEMPLARES	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS
Vernáculo	Setores Tradicionais de Planaltina e Brazlândia	Malha urbana levemente irregular e com numerosos cruzamentos, mistura de usos, quarteirões com cerca de 100 x 100 m e lotes profundos de várias formas e tamanhos.
Modernismo clássico	Plano Piloto	Malha urbana estruturada pela regularidade e repetição de elementos básicos
Modernismo periférico	Taguatinga, Gama, Sobradinho	Malha hierarquizada, com poucos eixos de acesso, grande quantidade de superfície viária, setorização funcional, áreas públicas residuais
Acampamentos de obras	Vila Planalto, Candangolândia, Velhacap e Núcleo Bandeirante	Malha urbana reticulada, lotes estreitos, pouca intersticialidade entre os edifícios e a relação deste com os espaços públicos.
Invasões populares	Vila Paranoá, Itapuã, Estrutural	a) período inicial: tecido compacto de proporções irregulares, os eixos viários formam ângulos variados e os edifícios abrem diretamente para as áreas públicas, sem grades ou muros. b) das últimas décadas: malha reticular, com quadriculas de ruas perpendiculares a cada 100 m, lotes geometricamente irregulares e de tamanhos semelhantes
Pós modernismo	Novos bairros (Águas Claras, Noroeste e Sudoeste) e condomínios fechados	a) No Plano Piloto: <i>shoppings centers</i> nos Setores Comerciais Sul e Norte e os flats nos setores hoteleiros e dos diversos hotéis construídos nas margens do Lago Paranoá b) Novos bairros: Águas Claras, Sudoeste e Noroeste

Fonte: elaboração própria, adaptado de Holanda (2003)

Outro aspecto considerado para o estabelecimento das localidades urbanas a serem comparadas dentro dos limites do Distrito Federal foram as densidades populacionais por se constituírem nos indicadores mais usualmente adotados na quantificação da dispersão urbana.

Verifica-se com base nos dados do Censo Demográfico de 2000, constantes da tabela abaixo, que as Regiões Administrativas que possuem maior densidade demográfica são: Cruzeiro (7.177,8 hab./ha), Guará (2.538,1 hab./ha), Candangolândia (2.365,2 hab./ha), Taguatinga (2.3003,9 hab./ha) e Ceilândia (1.493,6 hab./ha). Por outro lado as Regiões Administrativas de menor densidade demográfica são: Paranoá (64,3 hab./ha), Planaltina (95,8 hab./ha), Brazlândia (110,9 hab./ha) e Lago Sul (153,4 hab./ha). (IBGE, 2000)

Tabela 18 – Densidades demográfica e urbana das Regiões Administrativas do Distrito Federal

RA	Área (km ²)	Área Urbana (km ²)	Área Rural (km ²)	Pop. 2000 (hab.)	Pop. Urbana (hab.)	Pop. Rural (hab.)	Dens. Demog. hab./km ²	Dens Urbana ha/km ²
1 Brasília	472,12	102,42	369,70	198.422	198.422	0	420	19,37
2 Gama	276,34	15,12	261,22	130.580	122.744	7.836	472,5	81,17
3 Taguatinga	121,55	32,79	88,76	243.575	243.415	160	2.003,9	74,23
4. Brazlândia	474,83	4,75	470,08	52.698	40.549	12.149	110,9	85,36
5. Sobradinho	572,59	14,84	557,77	128.789	113.280	15.509	224,9	76,33
6 Planaltina	1.534,69	9,95	1.524,72	147.114	134.663	12.451	95,8	135,33
7 Paranoá	853,33	1,96	851,37	54.902	46.334	8.568	64,3	236,39
8 N Bandeirante	80,43	22,60	57,83	36.472	36.472	0	453,4	16,13
9 Ceilândia	230,33	25,68	204,66	344.039	331.574	12.465	1.493,6	129,11
10 Guará	45,46	7,25	38,21	115.385	115.385	0	2.538,1	159,15
11 Cruzeiro	8,9	8,9	0	63.883	63.883	0	7.177,8	71,77
12 Samambaia	105,7	27,58	78,12	164.319	162.536	1.783	1.554,5	58,93
13 Santa Maria	215,86	11,21	204,65	98.679	97.064	1.615	457,1	86,58
14 São Sebastião	383,71	6,98	376,74	64.322	50.687	13.635	167,6	72,61
15 Rec. das Emas	101,22	16,62	84,60	93.287	89.811	3.476	921,6	54,03
16 Lago Sul	183,39	38,40	144,99	28.137	28.137	0	153,4	7,32
17 Riacho Fundo	56,02	2,04	53,98	41.404	41.404	0	739	202,96
18 Lago Norte	66,08	22,32	43,77	29.505	29.505	0	446,5	13,21
19 Candangolândia	6,61	1,09	5,53	15.634	15.634	0	2.365,2	143,43
DF	5.789,16	372,50	5.416,66	2.051.146	1.961.499	89.647	354,3	52,65

Fonte: IBGE, 2000 e SEDUMA/GDF 2006

Ressalta-se, entretanto, que para fins deste trabalho, as densidades demográficas apresentam profundas distorções uma vez que são calculadas com base na área total de cada Região Administrativa, abrangendo tanto as porções territoriais urbanas quanto as rurais. E assim, visando conferir maior precisão, foram adotadas as densidades urbanas. Para isto, foram consideradas as áreas de efetiva ocupação urbana que incidem em zonas estabelecidas para esta finalidade pelo Plano Diretor de Ordenamento Territorial vigente.

Verifica-se que o somatório das áreas destinadas às diferentes classificações de zonas urbanas constantes do seu macrozoneamento⁵⁴ abrange cerca de 18,08% do território do Distrito Federal. Entretanto, este cômputo inclui diversas áreas sujeitas a diretrizes especiais como as Áreas com Restrição Físico-Ambiental – ARFA (0,65%), as Áreas de Proteção de Manancial – APM (1,01%), as Áreas Rurais Remanescentes – ARR (2,16%) cujas diretrizes de ocupação preponderam sobre as zonas nas quais se inserem (art.12, § único da LC n.º 17/97), além de uma grande porção da Zona Urbana de Dinamização (7,84%), ainda não ocupada. Em consequência, o cálculo do percentual total de zonas urbanas foi ajustado, a partir da redução destas áreas, para 6,43% da área total do DF, abrangendo 372,50 Km².

Tabela 19 – Comparativo da distribuição territorial do DF segundo os zoneamentos dos Planos Diretores

Ano do Plano Diretor	Zona Urbana (%)			Zona Rural (%)	Proteção Ambiental (%)
PDOT/1992	ZUR (Zona Urbana)	ZEU (Zona de Expansão Urbana)		71,89	9,09
	11,07	7,98			
	19,05				
PDOT/1997	Zona Urbana de Dinamização	Zona Urbana de Consolidação	Zona Urbana de Uso Controlado	73,32	8,60
	9,81	4,84	3,43		
	18,08*				

Fonte: Seduma/GDF, 2006.

Observações: * Sobrepostas às Zonas Urbanas existem as seguintes áreas de diretrizes especiais: Áreas com Restrição Físico-Ambiental – ARFA (0,65%), Áreas de Proteção de Manancial – APM (1,01%), Áreas Rurais Remanescentes – ARR (2,16%). **Se considerado que as diretrizes dessas áreas preponderam sobre as zonas nas quais se insere (art.12, § único da LC n.º 17/97) o percentual total de zonas urbanas sofre uma redução de 18,08% para 14, 27%. Com a redução de parte da Zona Urbana de Dinamização, ainda sem ocupação urbana, este percentual se reduz para 6,43%

Com base neste percentual de áreas urbanas, podemos inferir que a densidade urbana total do Distrito Federal, quando considerada apenas sua população urbana de 1.961.499 habitantes, é de 52,65 hab./ha, percentual mais elevado do que o estabelecido pela densidade demográfica de 35,4 hab./ha. (IBGE, 2000)

No que se refere às Regiões Administrativas do Distrito Federal, a Tabela 16 revela que as maiores densidades urbanas encontram-se nas Regiões Administrativas consolidadas que foram objeto da política de habitação social promovida pelo governo local a partir das décadas de 1980 e 1990, a exemplo de: Planaltina (236,39 hab./ha), Riacho Fundo (202,96 hab./ha) e Ceilândia (129,11 hab./ha).

Por outro lado, as menores densidades urbanas encontram-se nas áreas sob predomínio do modernismo clássico, como o Plano Piloto (19,37 hab./ha), Lago Sul (7,32 hab./ha) e Lago Norte (13,21 hab./ha, computado o Varjão). Verifica-se, ainda, que densidades médias entre 70 e 80 hab./ha são verificadas nas áreas de modernismo periférico onde a política habitacional de interesse social não foi tão contundente.

Para corrigir distorções em algumas localidades, face à criação recente de Regiões Administrativas, foram utilizadas, ainda, as densidades estabelecidas no estudo “Cenários territoriais e demográficos para o Distrito Federal e entorno imediato” (2005) elaborado

⁵⁴ Zona Urbana de Consolidação, Zona Urbana de Uso Controlado e Zona Urbana de Dinamização

pelo Governo local para subsidiar a elaboração do Programa de Transportes Urbanos do Distrito Federal. (GDF/SEDUH, 2005)

Aliado a esses aspectos foram agregadas as características do solo e a disponibilidade hídrica como critério de seleção das áreas. A opção pelas Bacias do Paranoá e do Descoberto deu-se em virtude de serem as áreas mais populosas e antropizadas de todo o conjunto espacial estudado e que abrigam os principais reservatórios de abastecimento público – os lagos do Descoberto e de Santa Maria.

A partir do somatório desses aspectos, foram definidas como áreas de estudo as seguintes localidades urbanas do Distrito Federal: o Plano Piloto de Brasília, o Lago Norte e Taguatinga.

A primeira área de interesse é o Plano Piloto de Brasília exemplo genuíno do urbanismo modernista clássico, caracterizado pelas baixas densidades de ocupação do solo, pela segregação das funções urbanas, pelo predomínio de espaços abertos e pela presença ostensiva de vegetação que, em conjunto, acarretam enormes distâncias elevando os custos da urbanização e a dependência de deslocamentos privados.

De outra parte, ainda filiado ao modernismo clássico, selecionou-se o Lago Norte em face da relevância dos atributos espaciais característicos da dispersão urbana que se fazem presentes nesta localidade urbana, a exemplo do predomínio de habitações residenciais unifamiliares em lotes de grandes dimensões, com pequenos contingentes populacionais e grande mobilidade privada⁵⁵.

Por fim, dividindo o caráter de centralidade com o Plano Piloto, Taguatinga - primeira cidade satélite construída antes da inauguração da Nova Capital – foi selecionada como representante da vertente modernista periférica por ser uma das áreas mais densas da aglomeração urbana do Distrito Federal.

⁵⁵ O problema tem sido agravado pela falta de implementação de política pública de transporte coletivo.

b.1) Plano Piloto de Brasília

Enquadrado sob a classificação de modernismo clássico, o projeto urbanístico de Lúcio Costa para o Plano Piloto de Brasília⁵⁶ partiu do cruzamento de dois eixos, sendo um deles arqueado para adaptação ao relevo e para facilitar o escoamento natural das águas. No cruzamento desses eixos localizou plataforma rodoviária, ladeada pelos setores destinados a diversão e cultura. Ao longo do eixo leste/oeste – Eixo Monumental – dispôs os setores administrativos e ao longo do eixo norte/sul – Eixo Rodoviário – as áreas destinadas a habitação.

Sua peculiar estrutura espacial, baseada nas superquadras, unidades de vizinhança e separação funcional rigorosa entre os espaços destinados ao trabalho, moradia, comércio e lazer conferem-lhe um caráter bastante específico no contexto das demais ocupações urbanas existentes na aglomeração do Distrito Federal.

Suas unidades de vizinhança são formadas por grupos de quatro superquadras. Em média, cada superquadra ocupa uma área de 300 x 300 metros, ou seja, 7 a 8 hectares, contendo, de modo geral, de 8 a 15 blocos de apartamentos, construídos sob pilotis, com 3 ou 6 pavimentos. Cada bloco possui, em média, entre 36 até 70 apartamentos, onde residem de 160 a 300 pessoas, de acordo com os padrões tipológicos adotados. A população residente pode atingir mais de 3000 habitantes com uma densidade líquida que varia entre 150 e 250 habitantes/ha. (CARPINTERO, 2007)

O Plano Piloto integra a Região Administrativa de Brasília – RA I, criada mediante a Lei Federal n.º 4.545, de 10 de dezembro de 1964, cuja configuração original abrangia as localidades urbanas do Guará, Cruzeiro, Sudoeste/Octogonal, Candangolândia, Núcleo Bandeirante, Riacho Fundo, Lago Sul, Lago Norte até a criação das respectivas Regiões Administrativas.

Atualmente, a Região Administrativa de Brasília – RA I compreende a superfície do Lago Paranoá e toda a área situada entre este e a Estrada Parque Indústria e Abastecimento – EPIA. Em seus limites estão, além do Plano Piloto de Lúcio Costa, o Parque Nacional de Brasília, o Pátio Ferroviário, o Setor de Cavalaria de Guarda, o Setor de Armazenagem e

Abastecimento Norte, o Setor de Múltiplas Atividades Norte, o Parque de Exposições Agropecuárias do Torto, a Granja Modelo do Torto e a ARIE do Paranoá Sul.



Figura 14 – Limites da RA I
Fonte: Siturb/Seduma, 2007

A Região Administrativa de Brasília possui uma extensão territorial de 472,20 km², dos quais 369,70 km² constituem a sua área rural, que inclui o Parque Nacional de Brasília, e 102,42 km² a área urbana o que, no conjunto, representa 8,16% do território do Distrito Federal. Sua densidade demográfica é de 420 hab./km² enquanto a densidade urbana é de cerca de 20 habitantes por hectare.

O Plano Piloto, apesar de contar com uma densidade urbana relativamente baixa, contrastando com outras áreas residenciais do Distrito Federal que chegam a ultrapassar 200 habitantes por hectare mesmo quando constituídas por uma tipologia habitacional de lotes unifamiliares,⁵⁷ apresenta densidades flutuantes em decorrência da atratividade exercida pelos setores centrais⁵⁸.

Esta área de estudo é dotada de infra-estrutura comparável a dos países desenvolvidos. Cerca de 99,96% dos habitantes contam com abastecimento de água potável; 98,70% são atendidos com esgoto sanitário; 100% da população é beneficiada com energia elétrica, gerando um consumo total mensal de aproximadamente 115.442,31 de MWh, numa rede de 1.675,60 km de extensão, que atende a mais 111.441 ligações domiciliares, comerciais,

⁵⁶ Vencedor do concurso público para a construção da Nova Capital cujo resultado foi homologado em 16 de março de 1957

⁵⁷ Vide as densidades urbanas do Paranoá (236,39 hab./ha), Riacho Fundo (202,96 hab./ha), Guará (159,15 hab./ha)

industriais e públicas; 90% da população está servida com a rede de águas pluviais; cerca de 93,60% é abastecida com a rede de iluminação pública, com aproximadamente 41.147 pontos de luz instalados; praticamente 100% das vias são asfaltadas e possuem meios-fios.

b.2) Lago Norte

Do projeto original do Plano Piloto já constava a concepção de bairros residenciais situados entre a Via L-2 e a margem oeste do Lago Paranoá, posteriormente, denominados de Setores de Habitações Individuais Sul e Norte – SHIS e SHIN. Entretanto, a disposição destas áreas em sua localização atual deu-se em decorrência do deslocamento sofrido por todo o projeto urbanístico que acarretou, dentre outras transformações, a transferência dos mencionados setores para as penínsulas situadas na sua margem leste que passaram a ocupar uma área muito maior do que a originalmente prevista.

Ressalta-se que esses setores integravam, originalmente, os limites da Região Administrativa de Brasília – RA I sendo posteriormente desmembrados⁵⁹ formando, respectivamente, as Regiões Administrativas do Lago Sul – RA XVI e do Lago Norte – RA XVIII, esta última que abrange além do Setor de Habitações Individuais Norte – SHIN, o Setor de Mansões do Lago Norte – SMLN, o Setor de Habitações Taquari – SHTQ – que abarca o Centro de Atividades – CA e as chácaras dos Núcleos Rurais Jerivá, Palha, Urubu, Olhos d'Água, Capoeira do Bálamo e Tamanduá – além do Setor de Postos e Motéis Norte. A Vila Varjão após a edição da Lei n.º 3.153, de 06 de maio de 2003, foi desmembrada da Região Administrativa do Lago Norte, não tendo sido definido, ainda, os seus limites administrativos⁶⁰.

A Região Administrativa do Lago Norte ocupa uma área de 66,08 km² com uma população de cerca de 29.505 habitantes, perfazendo uma densidade demográfica de 446,5 hab./Km² e uma densidade urbana de 13,21 hab./ha. Trata-se de uma área onde 75,22% da população possui renda acima de 20 salários mínimos e alto grau de instrução. (IBGE, 2000)

⁵⁸ Cerca de 70% dos empregos.

⁵⁹ As Regiões Administrativas do Lago Norte e do Lago Sul foram criadas, respectivamente, pelas Leis n.º 641/1994 e 643/1994.

⁶⁰ A Lei n.º 3.153/2003 cria as Regiões Administrativas de Águas Claras – RA XX, Riacho Fundo II – RA XXI, Sudoeste/Octogonal – RA XXII e Varjão – RA XXIII.



Figura 15 – Limites da RA XVIII
Fonte: Siturb/Seduma, 2007

O Setor de Habitações Individuais Norte – SHIN, também denominado Península Norte, ocupa uma área de 14,27 km² da RA XVIII e caracteriza-se pelo uso essencialmente residencial, do tipo unifamiliar, com baixas densidades (menos de 10 hab./ha), sendo composto de 5702 lotes com área média entre 800 e 1000m², distribuídos em cremalheira com ruas sem saída.

Em termos de infra-estrutura o Lago Norte conta com 83,14% da população abastecida com água potável; 32,34 % atendida com coleta de esgotos; 100% beneficiada com energia elétrica; 20% servida com a rede de águas pluviais; 89,90% atendida com a rede de iluminação pública; 93,43% das vias, asfaltadas; e 72,20% com meios-fios.

b.3) Taguatinga

Sob as características do modernismo periférico selecionou-se Taguatinga, primeira cidade satélite oficialmente fundada no ano de 1958, dois anos antes da inauguração de Brasília, com o objetivo de abrigar uma série de pequenas invasões existentes no DF, como por exemplo, a invasão Sarah Kubitschek e os acampamentos das construtoras de Brasília. Para sua localização aproveitou-se de elementos de um núcleo rural que não estava completamente implantado, ao longo da margem da faixa sanitária nas proximidades da rodovia que faz a ligação com Anápolis e Goiânia. A forma alongada dessa localidade faz alusão à estrutura linear do Plano Piloto de Brasília. (CARPINTERO, 2007)

A Região Administrativa de Taguatinga – RA III foi criada pela a Lei nº 49/89 e seus limites estabelecidos pelo Decreto nº 11.921/89. A área urbana é dividida nos setores: Central, Hoteleiro, Industrial, Gráficas, Norte, Sul. Destaca-se que até a edição da Lei n.º 3.153, de 06 de maio de 2003, Águas Claras integrava os seus limites passando a constituir-se em uma Região Administrativa autônoma embora ainda não tenha os seus limites oficiais estabelecidos.



Figura 16 – Limites da RA III
Fonte: Siturb/Seduma, 2007

Distando cerca de 25 km da área central da aglomeração do Distrito Federal, possui uma área total de cerca de 121,34 km² com uma população de 243.575 habitantes, assim perfazendo uma densidade demográfica de 2003,9 hab./km². Sua área urbana, de 32,79 km², é ocupada por uma população de cerca de 243.415 habitantes ou que leva a uma densidade urbana de 74,23 hab./ha (IBGE, 2000).

Identificação das variáveis de análise

a) Cidades brasileiras

A comparação entre as cidades brasileiras já selecionadas, anteriormente, foi procedida com base na análise das seguintes variáveis: tamanho da população, área do município, densidade, percentual de atendimento pelos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário bem como o cumprimento das respectivas redes.

Destaca tratar-se de uma avaliação de caráter geral que não abrange os componentes técnicos dos sistemas de infra-estrutura analisados, estando voltada unicamente para se situar o Distrito Federal em meio a outras aglomerações nacionais também estruturadas de modo disperso, embora por razões diferenciadas.

Como forma de resguardar compatibilidade entre os dados analisados, foram utilizadas informações de mesma fonte e época - o Censo Demográfico e da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, elaborados pelo IBGE em 2000 – embora em algumas dessas áreas já existissem informações mais atualizadas.

b) Distrito Federal

De outro modo, a análise no Distrito Federal foi mais aprofundada, envolvendo detalhamento dos sistemas de infra-estrutura estudados, tendo em vista buscar correlacionar a interferências que os padrões morfológicos e os elementos determinantes do meio físico acarretaram na provisão e nos custos das infra-estruturas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário.

Neste caso, para aplicação da metodologia foram selecionadas variáveis de análise mais detalhadas. Para o sistema de abastecimento de água foram considerados os seguintes aspectos: padrão de consumo, alternativas tecnológicas dos componentes do sistema e extensão da rede de distribuição enquanto para o sistema de esgotamento sanitário foram considerados respectivamente: o volume de esgoto produzido, o padrão de tratamento e de coleta e a extensão de suas redes.

Para cada uma dessas variáveis de análise foram estabelecidos indicadores de avaliação que melhor permitam a mensuração dos aspectos selecionados. E, para cada um dos indicadores eleitos foram estabelecidos dois ou três valores de análise, em escala crescente, (1 - baixo, 2 - médio e 3 - alto) que permitam quantificar a relevância do aspecto selecionado nos custos do sistema de infra-estrutura em que se insere.

A seguir, encontram-se descritas as variáveis de análise que foram selecionadas para o sistema de abastecimento de água, os indicadores de avaliação que foram adotados com

seus respectivos valores de análise e o nível de intensidade acarretados por eles nos custos da urbanização dispersa.

Tabela 20 – Variáveis de estudo do sistema de abastecimento de água

Variáveis de análise	Indicadores de avaliação	Valores de Análise	Nível de intensidade nos custos
Padrão de Consumo	l/hab/dia	Menos de 200 l	1
		Entre 200 e 350 l	2
		Mais de 350 l	3
Alternativas Tecnológicas do sistema	Forma de captação do abastecimento	Recurso hídrico subterrâneo	3
		Recurso hídrico superficial	2
		Rede proveniente de Estação de Tratamento existente	1
	Forma de Reservação	Reservatório elevado	3
		Reservatório enterrado	2
		Reservatório apoiado	1
	Forma de Adução	Gravidade	1
		Recalque	3
		Mista	2
Extensão das redes	Metro linear/hab	Primária	3
		Secundária	2

Fonte: elaboração própria

No que se refere ao sistema de abastecimento de água, a variável “padrão de consumo” encontra-se relacionada com o nível de renda da população, com tipologia habitacional adotada (unifamiliar ou multifamiliar) e com a densidade populacional que pode variar, segundo Mascaró (2005), de 100 a 150 litros/pessoa/dia até mais de 1500 litros/pessoa/dia como em algumas cidades do centro-oeste dos Estados Unidos. No Brasil, Guimarães (2003) ressalta que, de modo geral, o consumo de água varia entre 200 a 250 litros per capita ao dia. Como exemplo, a cidade de São Paulo apresenta uma média de 160 litros/hab./dia. Nota-se que esses percentuais encontram-se acima dos recomendados pelas Nações Unidas da ordem de 110 litros/hab./dia.

No caso específico do Distrito Federal, a Caesb propôs no Plano Diretor de Água e Esgotos – PDAE/2000 valores de consumo *per capita* por Região Administrativa que foram estabelecidos com base em valores obtidos nas planilhas de dados operacionais do sistema, ou seja, utilizando os dados reais da micromedição.

Com base na tabela abaixo, percebe-se que as localidades urbanas do Distrito Federal que apresentam padrão de consumo de água mais elevado estão situadas nas Regiões

Administrativas do Lago Sul (597 l/hab./dia), Brasília (384 l/hab./dia) e Lago Norte (349 l/hab./dia) que correspondem àquelas de perfil de renda mais elevado.

Tabela 21 – Consumo de água *per capita* por Regiões Administrativas do DF

Região Administrativa	QPC (l/hab./dia)
RA I – Brasília	384
RA II – Gama	155
RA III – Taguatinga	180
RA IV – Brazlândia	104
RA V – Sobradinho	146
RA VI – Planaltina	111
RA VII – Paranoá	111
RA VIII – Núcleo Bandeirante	245
RA IX – Ceilândia	127
RA X – Guará	215
RA XI – Cruzeiro	262
RA XII - Samambaia	123
RA XIII – Santa Maria	110
RA XIV – São Sebastião	115
RA XV – Recanto das Emas	104
RA XVI – Lago Sul	597
RA XVII – Riacho Fundo	132
RA XVIII – Lago Norte	349
RA XIX - Candangolândia	137

Fonte: Caesb, 2003

Sublinha-se que, em face da existência de padrões morfológicos variados e da presença de atividades econômicas heterogêneas em uma mesma Região Administrativa, o PDAE/2000 estabeleceu ainda cotas diferenciadas de consumo *per capita* para algumas das Regiões Administrativas, a exemplo das localidades urbanas descritas na Tabela 20, abaixo transcrita.⁶¹

Tabela 22 – Cotas *per capita* em diferentes localidades de um mesma RA

Região Administrativa	Localidade Urbana	Cota per capita (l/hab/dia)
VIII – Núcleo Bandeirante	Núcleo Bandeirante	189
	SMPW	323
X - Guará	Guará	184
	SIA	3.686 m ³ por economia
XVII – Riacho Fundo	Riacho Fundo I	152
	Riacho Fundo II	107
XVIII – Lago Norte	Lago Norte	306
	Vila Varjão	106

Fonte: Caesb/PDAE, 2000.

As alternativas tecnológicas dos componentes do sistema de abastecimento de água, sobretudo aquelas relacionadas com a forma de captação, reservação e adução, constituem

⁶¹ Os valores constantes do Plano anterior, elaborado 1990, eram consideravelmente superiores tendo em vista terem sido obtidos com base em normas e dados de projeto em lugar de dados reais de micromedição. O consumo médio adotado era de 200 a 250 l/hab. para as localidades com população entre 10.000 e 50.000 habitantes e superior a 250 l/hab. para aquelas com acima de 50.000 habitantes. Os maiores valores foram estipulados para o SMPW (750 l/hab.), SHIN/SHIS (600 l/hab.) e Asas Sul e Norte (400 l/hab.) em virtude de peculiaridades apontadas no padrão de consumo e de renda nessas localidades.

outra variável de análise de relevância no estudo dos custos decorrentes do padrão de urbanização dispersa.

A captação dos mananciais para abastecimento pode ser proveniente de águas superficiais (rios, córregos e lagos) ou subterrâneas (lençóis freáticos). A forma de captação subterrânea é geralmente mais cara e ocasiona fortes impactos ambientais, devendo-se evitar sua utilização indiscriminada.

No caso das águas superficiais, com capacidade adequada, a captação é direta a menores custos, entretanto, naqueles cuja vazão é insuficiente em determinados períodos do ano torna-se necessário a construção de reservatório de acumulação elevando, conseqüentemente, os custos. Nas ocupações dispersas de vastas extensões e muito fragmentadas costuma ser necessário um maior número de reservatórios elevando ainda mais os custos.

O sistema de adução ou de movimentação da água funciona de três formas: por gravidade, por recalque ou misto. A adução por gravidade tem menores custos e complexidade técnica, sendo praticamente inviável em cidades e bairros dispersos e de maiores extensões que apresentam variações topográficas significativas.

O traçado das adutoras é influenciado não apenas pela topografia, mas também pelas características do solo, devendo-se evitar a sua passagem por regiões acidentadas, terrenos rochosos e solos agressivos que podem prejudicar a durabilidade de certos tipos de tubulação.

Os custos das adutoras são definidos ainda em função do material da tubulação, do seu diâmetro e do seu comprimento que deverão ser proporcionais à densidade populacional, pois quanto maior for a população, maior será a quantidade de água necessária para abastecê-la.

No que se refere à forma de reservação, os reservatórios podem ser enterrados, semi-enterrados ou elevados. O custo de reservação, assim como o de recalque, cresce à medida que as condições topográficas exigem a construção de reservatórios elevados. O número de

reservatórios exigidos nas ocupações dispersas de grandes extensões também eleva ainda mais esses custos.

A rede de distribuição de água encontra-se diretamente relacionada com a forma urbana com o traçado e com a densidade. Nessa rede distinguem-se dois tipos de condutos: principais e secundários. Os principais, também chamados de troncos ou mestres, possuem maior diâmetro, pressão e custos e são responsáveis pela alimentação dos condutores secundários, de menor diâmetro, pressão e custos, que fazem as ligações com as edificações. No caso da forma dispersa de urbanização o número de condutores primários é elevado encarecendo os custos.

Com relação ao traçado, Mascaró (2005) define dois tipos de redes, conforme a disposição dos condutos: i) abertas: nas quais as tubulações (primárias e secundárias) ficam abertas. São redes de baixo custo de implantação, mas sujeitas a interrupções no serviço. ii) malhadas: quando as tubulações (primárias e secundárias) encontram-se fechadas, formando anéis. São redes de alto custo de implantação que apresentam maior segurança no serviço; iii) mistas: quando nem todas as tubulações são malhadas, ou seja, a primária é aberta e a secundária malhada, assumindo eficiência e custos intermediários.

A seguir, encontram-se descritas as variáveis de análise que foram selecionadas para o sistema de esgotamento sanitário, os indicadores de avaliação adotados com seus respectivos patamares de análise e o nível de intensidade que estes acarretam nos custos da urbanização dispersa.

Tabela 23 – Variáveis de análise do sistema de esgotamento sanitário

Variáveis de análise	Indicadores de avaliação	Patamares de análise	Nível de intensidade nos custos
Volume de esgoto	l/hab./dia	Baixo (160 l)	1
		Médio (de 160 a 280 l)	2
		Alto (acima de 280 l)	3
Padrão de tratamento	Tipo de tratamento	Preliminar	1
		Primário	1
		Secundário	2
		Terciário	3
Padrão de coleta	Forma de coleta e distribuição de efluentes	Inexistente ou fossa negra	1
		Sistema condominial de coleta e/ou fossa séptica	2
		Qualquer sistema com Estação de Tratamento	3
Extensão das redes	Metro linear/hab.	Primária	3
		Secundária	2

Fonte: elaboração própria

Com referência ao sistema de esgotamento sanitário a variável de análise “volume de esgotos”, que trata da quantidade de esgotos diários a serem tratados, teve seus patamares de análise estabelecidos em função do coeficiente de retorno usualmente adotado pela Caesb. Verifica-se que do total de água consumida pela população, somente uma parcela retorna ao sistema de coleta de esgoto. A relação entre o volume de água efetivamente fornecido à população e o volume de esgotos recebido pela rede coletora denomina-se coeficiente de retorno e costuma situar-se entre 0,5 a 0,9, dependendo das condições locais. O valor adotado pela Caesb segue o disposto na NBR 9649 da ABNT que recomenda o valor de 0,80 na falta de outros valores obtidos em campo.⁶²

Tabela 24 – Contribuição de esgotos sanitários da população urbana do DF (2004)

Região Administrativa	População urbana total (hab.)	Contribuição média de esgotos (l/s)	Vazão de infiltração (l/s)	Vazão total de esgotos (l/s)
RA I – Brasília	198.908	618,8	228,6	847,4
RA II – Gama	125.812	158,0	122,0	280,0
RA III – Taguatinga	251.544	366,8	338,2	705,0
RA IV – Brazlândia	44.008	37,1	32,8	69,9
RA V – Sobradinho	145.726	172,4	209,5	381,9
RA VI – Planaltina	151.120	135,9	152,2	288,1
RA VII – Paranoá	42.156	37,9	57,5	95,4
RA VIII – Núcleo Bandeirante	40.629	80,6	53,4	134,0
RA IX – Ceilândia	340.301	350,1	287,2	637,3
RA X – Guará	122.296	213,0	85,3	298,3
RA XI – Cruzeiro	70.401	259,6	61,6	321,2
RA XII - Samambaia	171.159	70,2	206,0	276,2
RA XIII – Santa Maria	103.117	91,9	89,4	181,3
RA XIV – São Sebastião	82.651	77,0	77,4	154,4
RA XV – Recanto das Emas	111.769	94,2	81,6	175,8
RA XVI – Lago Sul	27.847	134,7	118,0	252,7
RA XVII – Riacho Fundo	47.768	51,1	48,9	100,0
RA XVIII – Lago Norte	31.677	89,6	88,2	177,8
RA XIX - Candangolândia	16.894	18,8	10,1	28,9

Fonte: PGIRH, 2004

A variável de análise “padrão de tratamento” foi dividida em quatro patamares de análise conforme o nível de tratamento existente: preliminar, primário, secundário e terciário. Ressalta-se que, de modo geral, esses níveis de tratamento costumam variar de acordo com fatores como a área, os recursos financeiros disponíveis e o grau de redução de poluentes que se deseja atingir, entretanto, qualquer um desses processos de tratamento pode ser o mais adequado. (Tabela 25)

O tratamento preliminar destina-se a remoção de sólidos grosseiros em suspensão (materiais de maiores dimensões e os sólidos decantáveis, como areia e gordura). São

⁶² O Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal adotou o coeficiente de retorno de 0,7.

utilizados apenas mecanismos físicos – gradeamento e sedimentação por gravidade – como método de tratamento.

De outra parte, o tratamento primário remove, além dos sólidos sedimentáveis, uma pequena parte de matéria orgânica, utilizando-se também de mecanismos físicos como método de tratamento. Seus custos ficam em torno de 30 dólares por habitante (CAESB, 2000)

Já o tratamento secundário remove grande parte da matéria orgânica, podendo remover parcela dos nutrientes como nitrogênio e fósforo. Para isto, são utilizados, geralmente, reatores biológicos que reproduzem os fenômenos biológicos naturais da estabilização da matéria orgânica que ocorreriam no corpo receptor. O custo deste padrão de tratamento gira em torno de 80 dólares por habitante (CAESB, 2000)

Por fim, o tratamento terciário, geralmente constituído de uma unidade de tratamento físico-químico, tem como finalidade a remoção complementar da matéria orgânica, dos nutrientes, de poluentes específicos e a desinfecção dos esgotos tratados. Este tipo de tratamento tem o custo mais elevado de todos da ordem de 110 dólares por habitante (CAESB, 2000)

Mascaró (2005) estima que para instalar uma estação completa de tratamento de esgotos, é necessário uma área de cerca de 1 hectare, aproximadamente, para uma população entre 20.000 a 40.000 habitantes. Em cidades pequenas, de até 10.000 habitantes, o tratamento pode ser feito através de lagoas de oxidação, cujo custo é da ordem de 2 a 3 dólares/m² de lagoa.

Tabela 25 – Características dos principais processos de tratamento de esgotos

Tipo de Tratamento	Remoção (%)						Custo U\$/hab.	Área necessária m ² /hab.
	DB O ¹	Sólido suspensão	NT ²	PT ³	Colif. fecais	Vírus		
Primário	35	40	10	10	25-75	65	30	0,07
Secundário	90	90	30	30	90-98	76-99	80	0,15
Terciário	97	95	95	95	95-99	99	110	0,16

Fonte: Caesb, 2003 - Observações: DBO¹ – Demanda Bioquímica de Oxigênio; NT² - Nitrogênio Total e PT³ - Fósforo Total

No Distrito Federal, o processo de tratamento terciário é aplicado nas ETEs Sul e Norte - com a utilização de lodos ativados com remoção química de nutrientes e na ETE Riacho Fundo - com lodos ativados por bactérias. O processo de tratamento secundário é utilizado nas seguintes ETEs: Brazlândia, Samambaia, Alagado, São Sebastião, Vale do Amanhecer, Sobradinho e Planaltina.

A variável “padrão de coleta” encontra-se dividida em três patamares de análise abrangendo a forma de coleta e distribuição dos efluentes que poderá ocorrer por fossa negra, fossa séptica ou esgoto condominial ou por rede existente. No caso da inexistência de coleta de esgotos ou da utilização de fossas negras os custos de infra-estrutura de esgotamento sanitário são praticamente inexistentes. Entretanto, os impactos ocasionados no meio ambiente e os custos acarretados no padrão de tratamento da água são enormes. O sistema condominial é uma alternativa viável para reduzir os custos do sistema de coleta de esgotos e ampliar a cobertura da população atendida, sobretudo em área dispersas. (LOBO, 2003)

Por fim, as redes do sistema de esgotamento sanitário, do mesmo modo que no caso das redes de abastecimento de água, são divididas em primárias e secundárias cabendo às primeiras, no caso da urbanização dispersa, maiores custos tanto em função do seu dimensionamento enquanto componente técnico quanto pela sua extensão. A seguir, as informações relativas a cada uma das variáveis selecionadas encontram-se descritas e sistematizadas, para cada localidade urbana selecionada, da forma abaixo.

b.1) Plano Piloto de Brasília

O abastecimento de água ocorre através do sistema Santa Maria/Torto que abastece também o Lago Norte, parte do Lago Sul, Cruzeiro, Sudoeste, Guará I, onde se encontram as mais altas taxas de atendimento e as regiões de maior poder aquisitivo. O sistema conta com tratamento completo de água (floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação) na Estação de Tratamento de Água – ETA Brasília. A reservação é feita mediante dois reservatórios apoiados, com capacidade de 90.000 m³ cada, que em conjunto abastecem cerca de 87.107 economias através de 70,52 Km de redes. O padrão de consumo é elevado, da ordem de 384 l/hab./dia.

Tabela 26 - Dados Gerais do Sistema de Abastecimento de Água do Plano Piloto

DISCRIMINAÇÃO	DADOS
Captação	Barragem do Sistema Santa Maria/Torto, com vazão de 2.104 l/s
Tratamento	ETA de Brasília, com capacidade de 2.800 l/s
Reservação	2 reservatórios apoiados com 90.000 m ³
Extensão das redes (m)	705.216
Ligações reais (un)	17.999 (com hidrômetro) e 121 um (sem hidrômetro)
Economias reais (un)	87.107
Nível de atendimento (%)	99,96

Fonte: Caesb, 2003

O esgotamento sanitário recebe tratamento terciário através das Estações de Tratamento de Esgotos - ETEs Sul e Norte, sendo o Lago Paranoá o corpo hídrico receptor. Os esgotos de cerca de 94.802 economias são afastados por meio de cerca de 53,14 Km de redes.

Tabela 27 - Dados gerais do sistema de esgotamento sanitário do Plano Piloto

DISCRIMINAÇÃO	DADOS
Extensão de redes (m)	531.446
Ligações reais (un)	18.759
Economias reais (un)	94.802
Vazão média de esgoto coletado (m ³ /mês)	3.061.996
Tratamento	Terciário nas ETEs Sul e Norte
Nível de atendimento (%)	98,70

Fonte: Caesb, 2003

b.2) Lago Norte

No que se refere ao sistema de abastecimento de água, o Lago Norte é abastecido pelo sistema Santa Maria/Torto, juntamente com as seguintes localidades urbanas de: Brasília, Lago Sul, Paranoá, Cruzeiro, Sudoeste/Octogonal, Varjão e Itapuã, e recebe tratamento completo do tipo convencional (floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação) na ETA Brasília. A reservação de água é feita através de um reservatório apoiado com capacidade de 10.000 m³. As 6.565 economias são abastecidas através de 22,64 Km de redes. O padrão de consumo é elevado da ordem de 349 l/hab./dia, o terceiro mais elevado do Distrito Federal.

Tabela 28 - Dados gerais do sistema de abastecimento de água do Lago Norte

DISCRIMINAÇÃO	DADOS
Captação	Barragem do Sistema Santa Maria/Torto, com vazão de
Tratamento	ETA Brasília do sistema Santa Maria Torto
Reservação	1 reservatório com 10.000 m ³
Extensão das redes (m)	228.649
Ligações reais (un)	6.316
Economias reais (un)	6.565
Nível de atendimento (%)	83,14

Fonte: Caesb, 2003

O esgotamento sanitário no Lago Norte é feito através do Sistema Condominial de Coleta de Esgotos e encaminhado, mediante travessia subaquática, à ETE Norte para tratamento terciário. Atualmente, cerca de 30% das residências do SHIN estão conectadas à rede enquanto as demais utilizam fossas sépticas.

Tabela 29 – Dados gerais do sistema de esgotamento sanitário do Lago Norte

DISCRIMINAÇÃO	DADOS
Extensão de redes (m)	127.239
Ligações reais (unidades)	3.641
Economias reais (unidades)	5286
Vazão média de esgoto coletado (m ³ /mês)	143.162
Tratamento	Terciário na ETE Norte e fossas sépticas
Nível de atendimento (%)	32,34

Fonte: Caesb, 2003

b.3) Taguatinga

No que se refere ao abastecimento de água é feito pelo Sistema Descoberto com a utilização do Córrego Currais e o Ribeirão das Pedras, afluentes do Lago Descoberto, como fonte de abastecimento. A cidade conta com tratamento completo de água (floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação) feito na Estação de Tratamento do Rio Descoberto. A reservação é feita através de cinco reservatórios, sendo um deles elevado, com capacidade total de 140.500m³. As 613.426 economias são abastecidas por cerca de 57,88 Km de redes. O padrão de consumo de 180 l/hab./dia encontra-se na média das demais localidades do Distrito Federal.

Tabela 30 - Dados Gerais do Sistema de Abastecimento de Água de Taguatinga

DISCRIMINAÇÃO	DADOS
Captação	Barragem do Sistema Rio Descoberto, com vazão de 5.100l/s
Tratamento	ETA do Sistema Rio Descoberto, com capacidade de 6.000 l/s
Reservação	5 reservatórios com 140.500 m ³
Extensão das redes (m)	578.850
Ligações reais (unidade)	367.000
Economias reais (unidade)	613.426
Nível de atendimento (%)	87,81

Fonte: Caesb, 2003

Quanto ao sistema de esgotamento sanitário, o lançamento final dos efluentes ainda é feito nos cursos hídricos Cortado, Taguatinga e Melchior (que possuem a qualidade da água comprometida para diversos usos) até a finalização das obras da Estação de Tratamento de Esgotos – ETE Melchior.

Tabela 31 – Dados gerais do sistema de esgotamento sanitário de Taguatinga

DISCRIMINAÇÃO	DADOS
Extensão de redes (m)	438.000
Ligações reais(unidades)	330.283
Economias reais (unidades)	572.979
Tratamento	ETE Melchior (em construção)
Nível de atendimento (%)	85,91

Fonte: Caesb, 2003.

Construção dos indicadores

Os dados referentes aos sistemas de infra-estruturas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, quando analisados a partir dos aspectos morfológicos, conduziram a construção de dois parâmetros denominados, respectivamente, índices de compacidade e de otimização de redes.

O primeiro indicador – índice de compacidade de redes (i_C) - revela a relação entre o número de ligações existentes e a extensão das respectivas redes. Verifica-se que quanto maior for essa relação maior será a compacidade das redes.

$$i_C = \frac{\text{n.º de ligações}}{\text{extensão da rede}}$$

O segundo indicador – índice de otimização de redes (i_O) - apresenta a relação entre a população total atendida e a extensão das redes, revelando que quanto maior for este índice mais otimizada será a rede pois maiores contingentes populacionais serão atendidos por elas.

$$i_O = \frac{\text{população}}{\text{extensão da rede}}$$

Para fins de cálculo destes indicadores nas cidades, anteriormente, selecionadas foram utilizados os dados transcritos na tabela abaixo que foram extraídos do Censo Demográfico e da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, elaborados pelo IBGE em 2000.

No caso do Distrito Federal os dados utilizados referem-se às informações constantes do Plano Diretor de Água e Esgotos – PDAE/2000, complementadas por informações da Caesb de 2003 e por dados do Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal – PGIRH.

Tabela 32 – Resumo dos dados dos sistemas de água e esgotos das cidades analisadas

Cidade	Área (km²)	População (2000)	Densidade (hab./km²)	Abastecimento de água			Esgotamento sanitário		
				Ligações	Economias abastecidas	Rede¹	Ligações	Economias	Rede²
DF	5.802	2.051.146	353,5	331.427	704.686	4.789	308.412	668.486	3.613³
Natal	170	712.317	4.190,1	143.748	179.731	-	35.384	62.453	368
Florianópolis	433	342.315	790,56	54.033	86.016	511	18.442	52.936	342

Fontes: PNSB/IBGE,2000

Observações: (1) excetuados os dados da rede adutora; (2) excetuados os dados de emissários e receptores; (3) incluindo rede condominial

Ressalta-se, por fim, que embora esses índices sejam uma construção própria da presente pesquisa e tenham sido desenvolvidos em face da necessidade de se avaliar a dispersão urbana a partir da disposição de infra-estrutura, eles não representam de fato grande novidade posto que a utilização de indicadores de semelhante natureza já vem sendo adotada, com muita eficiência, na avaliação de desempenho de diferentes áreas de conhecimento como na arquitetura hospitalar e na teoria de gráficos (*graphos*). Ainda assim, destaca-se a relevância da adoção dos mencionados índices como mensurador na relação entre as redes de infra-estrutura estudadas e as configurações formais dispersas.

Análise dos dados

a) Cidades brasileiras

Verifica-se que o Distrito Federal, quando analisado em relação às demais cidades selecionadas, apresenta os menores índices de compacidade e de otimização de redes de distribuição de água, revelando uma excessiva dispersão espacial e subutilização destas redes, mesmo quando comparado com outras cidades territorialmente descontínuas.

Quadro 33 – Resumo dos resultados auferidos para a rede de distribuição de água das cidades selecionadas

Localidade	Índice de compacidade (n° de ligações/Km de rede)	Índice de otimização (n.º de hab./Km de rede)
DF	69,20	428,30
Florianópolis	105,73	669,89

Fonte: elaboração própria

Observações: A cidade de Natal foi excluída pela falta de dados relativos à extensão das redes de abastecimento de água na PNSB, 2000.

No que tange as redes de esgotamento sanitário verifica-se que, apesar de o percentual de atendimento no Distrito Federal ser bem superior ao da maioria das cidades brasileiras, os índices de compacidade e de otimização de redes auferidos são inferiores aos das demais

cidades avaliadas, a exceção de Florianópolis que apresentava o menor percentual de atendimento desse serviço.

Tabela 34 – Resumo dos resultados auferidos para a rede de esgotamento sanitário das cidades selecionadas

Localidade	Índice de capacidade (nº de ligações/Km de rede)	Índice de otimização (n.º de hab./Km de rede)
DF	85,36	567,71
Florianópolis	53,92	1000,92
Natal	96,15	1935,64

Fonte: elaboração própria

Verifica-se, ainda que os índices do DF são, em sua maioria muito baixos quando comparados com aqueles das grandes metrópoles nacionais. O Rio de Janeiro e São Paulo apresentam, respectivamente, para as redes de água os seguintes valores: 174,62 e 128,74 como índice de capacidade e 691,10 e 612,84 como índice de otimização; enquanto que para as redes de esgotos: 148,07 e 131,52 como índice de capacidade e 1.757,19 e 778,21 como índice de otimização.

b) Distrito Federal

O mesmo raciocínio quando aplicado às áreas de estudo selecionadas dentro do quadrilátero do Distrito Federal (Taguatinga, Lago Norte e Plano Piloto) revela, com base na Tabela 35, que apenas Taguatinga apresenta índices mais elevados de capacidade e de otimização de redes de abastecimento de água.

Tabela 35 – Resumo dos resultados auferidos para a rede de distribuição de água as áreas de estudo no DF

Localidade	Índice de capacidade (nº de ligações/km de rede)	Índice de otimização (n.º de hab./km de rede)
Plano Piloto	25,52	282,05
Lago Norte	27,62	138,54
Taguatinga	634,01	434,55

Fonte: elaboração própria

Taguatinga apresenta, ainda, os mais elevados índices de capacidade e de otimização das redes de esgotamento sanitário, conforme pode ser constatado na Tabela abaixo.

Tabela 36 – Resumo dos resultados auferidos para a rede de esgotamento sanitário das áreas de estudo no DF

Localidade	Índice de capacidade (nº de ligações/km de rede)	Índice de otimização (n.º de hab./km de rede)
Plano Piloto	35,29	374,28
Lago Norte	28,67	248,97
Taguatinga	754,07	574,30

Fonte: elaboração própria

Há que se registrar, ainda, a análise das variáveis de estudo que foram selecionadas anteriormente na Tabela 20, para o sistema de abastecimento de água, e na Tabela 21, para o sistema de esgotamento sanitário cujos resultados encontram-se transcritos nas tabelas abaixo.

Tabela 37 – Resultado da análise das variáveis do sistema de abastecimento de água

Localidade urbana	Padrão de Consumo	Abastecimento	Reservação	Adução	Extensão das redes
Plano Piloto	3	1	2	2	3
Lago Norte	3	1	2	2	3
Taguatinga	1	1	3	3	2

Fonte: elaboração própria

Com base nos dados da Tabela acima podemos observar em relação aos custos: i) a relevância das variáveis “padrão de consumo” e “extensão das redes” tanto no Plano Piloto quanto no Lago Norte; ii) A pouca significância da variável “forma de abastecimento” que teve o mesmo peso nas três localidades por ser proveniente de estação de tratamento existente; iii) o predomínio das variáveis “forma de reservação” e “forma de adução” em Taguatinga que apresentou maior número de componentes do sistema (5 reservatórios) sob maior complexidade técnica (estações elevatórias e um reservatório elevado).

Tabela 38 – Resultado da análise das variáveis do sistema de esgotamento sanitário

Localidade urbana	Volume de esgotos	Tipo de tratamento	Coleta de efluentes	Extensão das redes
Plano Piloto	3	3	3	3
Lago Norte	3	1	2	1
Taguatinga	2	1	2	2

Fonte: elaboração própria

A análise das variáveis selecionadas para o sistema de esgotamento sanitário que consta da Tabela 38 apontou: i) a relevância de todas as variáveis no Plano Piloto; ii) a diminuição do valor das variáveis “tipo de tratamento”, “coleta de efluentes” e “extensão das redes” no Lago Norte em virtude, sobretudo, da pequena cobertura hoje existente e da utilização de fossas sépticas, embora o volume de esgotos a ser tratado seja elevado; e iii) os valores encontrados para Taguatinga são todos medianos, a exceção do tipo de tratamento que ainda é baixo já que a Estação de Tratamento do Melchior ainda não se encontra em funcionamento.

Resultados auferidos

a) Cidades brasileiras

Com base nas informações que foram retiradas do Censo Demográfico de 2000, pôde-se constatar que, apesar de o Distrito Federal apresentar o maior contingente populacional dentre as cidades analisadas (2.051.146 habitantes enquanto Natal e Florianópolis apresentavam, respectivamente, 607.330 e 331.000 habitantes), ele ocupa a maior área territorial (5.789,16 km²) acarretando as menores densidades tanto demográfica (354,3 km²) quanto urbana (52,65 hab./ha).

Trata-se da cidade com maior fragmentação espacial (a maioria das ocupações urbanas, com características de bairros, encontram-se separadas a uma distância média de cerca de 20 quilômetros da área central) não só dentre aquelas estudadas como também dentre as 37 selecionadas pela metodologia comparativa desenvolvida por Ojima (2007).

Apesar disso, o Distrito Federal apresenta os melhores percentuais de atendimento pelos serviços de água e esgotos, aproximando-se dos padrões de universalização (96,9 % para esgotos e praticamente 100% para água). Os percentuais de abastecimento de água em Florianópolis e em Natal também são elevados, entretanto a mesma situação não se repete com o esgotamento sanitário (32% e 40,1%, respectivamente).

Entretanto a análise das redes a partir dos índices de compacidade e de otimização de redes apresentou os menores valores quer no abastecimento de água ou no esgotamento sanitário. Os valores obtidos para o índice de compacidade das redes de água para o DF e Florianópolis são respectivamente: 69,20 e 428,30 enquanto que o índice de otimização para foi de: 428,30 e 669,89.

No que se refere às redes de esgotos, o índice de compacidade obtido para as cidades foi da seguinte ordem: 85,36 (DF), 53,92 (Florianópolis) e 96,15 (Natal). Ressalta-se que Florianópolis apresentou menor índice de esgotamento sanitário (53,92) em virtude apenas da pequena cobertura que possui neste serviço. Já o índice de otimização obtido para as mesmas cidades foi de: 567,71 (DF), 1000,92 (Florianópolis) e 1953,64 (Natal).

Em conseqüência, podemos afirmar que a padrão disperso e fragmentado do Distrito Federal acarreta baixos índices de otimização e de compacidade das redes de infra-estruturas urbanas tanto de água quanto de esgotos e elevados custos mesmo quando comparado com outras cidades de ocupação não compacta.

b) Distrito Federal

O conjunto de dimensões analisadas para as localidades urbanas inseridas no Distrito Federal revelou que o provimento de infra-estruturas urbanas de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Plano Piloto, Lago Norte e Taguatinga tem sido influenciado, diretamente, pelas características morfológicas do urbanismo modernista.

Dentre as áreas analisadas, o Lago Norte e o Plano Piloto, vinculadas a vertente modernista clássica, foram as que apresentaram os mais baixos índices de otimização e de compacidade das redes de infra-estrutura estudadas, como conseqüência do predomínio de características espaciais como: baixas densidades, grandes superfícies viárias, setorização funcional e elevada quantidade de áreas públicas residuais, que acarretaram uma maior extensão das redes estudadas por um menor número habitantes e de ligações atendidas, conseqüentemente, aumentando os seus custos.

Verifica-se neste sentido que os dados demográficos dessas duas localidades apontaram a presença de baixos contingentes populacionais, quando comparados ao total da aglomeração urbana do Distrito Federal (2.051.000 habitantes), da ordem de 198.422 habitantes para o Plano Piloto e de 29.505 habitantes para o Lago Norte. Por outro lado, Taguatinga apresentou a maior população dentre as áreas estudadas de 243.415 habitantes. (IBGE, 2000)

De modo geral, as densidades urbanas identificadas no Plano Piloto (20 hab./ha) e no Lago Norte (13,21 hab./ha), ou até mesmo a de Taguatinga (74,23 hab./ha), são consideradas baixas quando comparadas àquelas indicadas pela literatura como sendo as de menor custo⁶³ para o provimento das redes das infra-estruturas em estudo.

⁶³ 1.000 hab./ha para Urbaneta (1974), 600 hab/ha Mascaró (2005)

No que se refere ao abastecimento de água, as Tabelas 26, 28 e 30, indicaram elevados percentuais de atendimento da população nas três cidades, da seguinte ordem: 99,96% para o Plano Piloto, 83,14% para o Lago Norte e 85,91 % para Taguatinga. Acrescenta-se, ainda, que Brasília e Lago Norte, que correspondem às áreas de perfil mais elevado de renda, apresentaram também o maior padrão de consumo do Distrito Federal da ordem de 384 l/hab./dia para o Plano Piloto e de 349 l/hab./dia para o Lago Norte, superior as médias nacionais e mundiais.

Aliado a isso, a Tabela 34 apontou para essas localidades urbanas os mais baixos índices de compacidade das redes de água, ou seja, um menor número de ligações em relação a cada quilômetro de rede implantada: 25,52 para o Plano Piloto, de 27,62 para o Lago Norte enquanto que para Taguatinga chega a 634,01.

Com base na mesma tabela, observou-se no Lago Norte o menor índice de otimização das redes de água (138,54), ficando a frente do Plano Piloto (282,05) e de Taguatinga (434,55). O que pode ser explicado pelas peculiaridade de suas características residenciais suburbanas, onde um pequeno número de habitantes se distribui, sob baixas densidades, em lotes de grandes dimensões que são separados por grandes quantidades de áreas livres residuais.

Por outro lado, a avaliação do esgotamento sanitário nas três localidades urbanas indicou que apenas o Plano Piloto possui um percentual satisfatório tanto de atendimento (98,70%) como de tratamento (terciário completo). O Lago Norte apresenta um percentual de apenas 32,34% de atendimento, utilizando-se da alternativa de esgoto condominial e Taguatinga um percentual de 85,91% mas ainda lança efluentes nos cursos hídricos Cortado, Taguatinga e Melchior.

A avaliação do comportamento das redes de esgotamento sanitário nas áreas estudadas, sob a perspectiva dos índices de otimização e compacidade, revelou com base na Tabela 34, o Lago Norte possui o menor índice de compacidade de redes 28,67 enquanto que Plano Piloto e Taguatinga obtiveram, respectivamente, 35,29 e 754,07. O índice de otimização de redes foi da ordem de 374,28 para o Plano Piloto, 248,97 para o Lago Norte e 574,30 para Taguatinga. Sublinha-se que os índices obtidos para Taguatinga em muito se aproximam daqueles observados nas demais cidades brasileiras.

Por fim, com base nos resultados auferidos por essa pesquisa podemos concluir em relação às localidades urbanas analisadas no Distrito Federal que:

- O Lago Norte, localidade em que os padrões morfológicas dispersos são mais facilmente identificáveis, apresentou a menor densidade urbana, elevados padrão de consumo de água para fins residenciais, o menor percentual de atendimento de esgotos e os menores índices de compacidade e otimização destas redes.
- O Plano Piloto apresentou os mais elevados percentuais de atendimento dos serviços de água e esgoto, a mais completa infra-estrutura dos sistemas estudados com o mais elevado padrão de tratamento. Entretanto, as características morfológicas do urbanismo moderno clássico acarretou baixos índices de compacidade e otimização das redes de água e esgoto.
- Taguatinga apresenta a maior população, a maior densidade urbana, os maiores índices de compacidade e de otimização das redes de abastecimento de água;

Capítulo 7 – Conclusões e recomendações

A realização desta pesquisa evidenciou a dispersão urbana como sendo a principal tendência de expansão territorial das cidades na atualidade e que esse fenômeno independe de localização geográfica, haja vista ser igualmente observado em diferentes localidades seja nos Estados Unidos, na Europa ou América Latina.

Aliado a isso, constatou-se também um crescimento urbano sem precedentes na história da humanidade, associado a uma tendência de aumento populacional nas periferias das cidades, o que tem acarretado um consumo maior de terras para utilização urbana e a perda dos limites precisos entre cidade e campo.

Foi constatado, ainda, que essas mudanças espaciais vêm acontecendo em escala global e refletem as conseqüências de um novo estágio do capitalismo moderno no qual a dispersão urbana pode ser entendida como a materialização espacial das alterações do processo produtivo mundial, que vem acarretando novos padrões consumo e de deslocamentos facilitados, em grande medida, pelas inovações tecnológicas de comunicação.

Verificou-se que o padrão disperso de ocupação das cidades, caracterizado pela fragmentação espacial e pulverização de áreas urbanizadas de baixas densidades, acarreta diferentes repercussões nos sistemas urbanos e ambiental. No sistema natural foram destacadas, sobretudo, as alterações microclimáticas e os impactos acarretados nos solos, nos recursos hídricos, na cobertura vegetal e nos ecossistemas. Por outro lado, em relação ao sistema urbano, a urbanização dispersa conduz a uma série de disfunções urbanas tendo sido apontados, principalmente, problemas de mobilidade e transporte, concentração de oportunidades de trabalho, isolamento das áreas residenciais e elevação dos custos públicos de provimento de infra-estruturas urbanas.

No caso das infra-estruturas urbanas, constatou-se que a urbanização dispersa acarreta o contínuo aumento das despesas públicas com sua provisão, na medida em que requer a crescente criação e expansão das redes, em vez da otimização e maximização das já existentes.

Foi possível verificar, também, a existência de uma forte relação entre os padrões morfológicos característicos da urbanização dispersa e os condicionantes do meio físico nos custos para provimento de infra-estrutura urbana de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

No caso da área de estudo, os principais aspectos morfológicos identificados como de maior interferência nos custos de infra-estruturas urbanas foram: a baixa densidade das ocupações urbanas inseridas no quadrilátero do Distrito Federal, a forma urbana fragmentada da aglomeração urbana de Brasília, a descontinuidade do tecido urbano, separado por grandes vazios territoriais e a setorização rígida que decorre do urbanismo moderno adotado na área central e repetido com menor qualidade nas primeiras cidades-satélites.

Há de se destacar, ainda, dois aspectos relativos à urbanização dispersa no Distrito Federal: a identificação de suas raízes históricas, onde a dispersão territorial surgiu antes mesmo da inauguração da cidade como forma de resguardo da sua área central: o Plano Piloto e a existência em seu conjunto urbano de um verdadeiro mosaico morfológico composto por diversos padrões de tecidos, dispersos em grande maioria.

De outra parte, os solos e os recursos hídricos foram apontados como os elementos do meio natural mais sensíveis à degradação e que condicionaram o modelo de ocupação adotado ao longo do tempo, assim como as políticas públicas empreendidas para dotação de infra-estruturas de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

A análise dos indicadores construídos para avaliação da relação entre os padrões morfológicos e os custos das redes de água e esgotos revelou que o Distrito Federal, mesmo quando comparado com outras cidades brasileiras, igualmente dispersas e fragmentadas, apresenta os mais baixos índices de compacidade e otimização dessas redes, conseqüentemente, acarretando os mais altos custos de provimento e manutenção. Mas, a despeito desse aspecto, o Distrito Federal apresentou os melhores percentuais de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, atingindo padrões próximos da universalização nesses serviços.

Outro aspecto que merece ser ressaltado no Distrito Federal é a necessidade de revisão dos paradigmas tecnológicos aplicados nas infra-estruturas estudadas que se baseiam em modelos conservadores, cujas soluções se dão por meio de grandes e complexos equipamentos, a custos elevadíssimos, e nem sempre ambientalmente adequados.

Dentre as localidades urbanas analisadas nos limites do Distrito Federal, todas vinculadas ao urbanismo moderno, os maiores índices de compacidade e de otimização de redes foram identificados em Taguatinga – a mais densa delas – e os menores no Lago Norte – área menos densa e ocupada sob os padrões residenciais suburbanos. O Plano Piloto, vinculado a vertente do modernismo clássico, juntamente com o Lago Norte, é a área de perfil de renda mais elevado e maior padrão de consumo de água e geração de esgotos, em proporções muito superiores às médias nacionais e mundiais.

Verificou-se, ainda, que novas alternativas têm sido adotadas em diferentes localidades para minimizar os custos acarretados pela urbanização dispersa no provimento de infra-estruturas urbanas como a adoção de estratégias de adensamento em pontos de conectividade urbana, no contexto do “smart Growth” e do “new urbanism”, que têm garantido economias consideráveis de solo, infra-estruturas e transportes. No Brasil, a possibilidade de aplicação de instrumentos gestão urbana para tal fim foi aportada pelo Estatuto da Cidade.

Por fim, vale acrescentar que este trabalho não tencionou analisar os custos econômicos dos sistemas de infra-estrutura, enquanto solução de engenharia, o que resultaria na definição de valores monetários (preço fechado), mas sim fornecer uma contribuição para as discussões a respeito da dispersão urbana, feitas a partir da inter-relação entre padrões morfológicos da urbanização dispersa e comportamento de custos de infra-estrutura urbana.

Desdobramentos posteriores deste estudo poderão analisar a repercussão da urbanização dispersa do Distrito Federal nos custos do solo urbano, nos transportes e nos demais sistemas de infra-estrutura que não foram abordados neste trabalho por opção metodológica e não por falta da relevância desses aspectos no tema.

Referências

Livros e publicações

- ABIKO, Alex et al. **Custos Básicos de Empreendimentos de Urbanização de Favelas no Brasil**. World Bank/IPEA. In: Urban Research Symposium 2005. Brasília, 2005.
- ACIOLLY, Cláudio; DAVIDSON, Forbes. **Densidade Urbana: um instrumento de planejamento e gestão**. Rio de Janeiro: Manad, 1998.
- ANJOS, Rafael S. A. **Estruturas básicas da dinâmica territorial no DF**. In: *Brasília: controvérsias ambientais*. PAVIANI, Aldo. GOUVÊA, Luiz Alberto. (orgs.) Brasília: UnB, 2003.
- ÁVILA, Paulo C. **Descentralização espacial intra-urbana: industrialização, transportes e estratificação sócioespacial em São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Brasília: UnB, 2003.
- BERRY, Brian. **Urbanization and Counterurbanization**. Beverly Hills: Sage, 1976.
- BERTAUD, Alain; RENAUD, Stephen. **The Spatial Distribution of Population in 35 World Cities: The Role Markets, Planning and Topography** – Working Draft, 1999
- BIERMANN, Sharon. **Bulk Engineering Services: Costs and Densities**. In: *Compact Cities: Sustainable Urban for Developing Countries*. JENKS, Mike. BURGESS, Rod. (orgs.). London, New York: Spon Press, 2000.
- BRASIL. Ministério das Cidades. **Caderno de Saneamento Ambiental**. Cadernos MCidades, v. 5. Brasília, 2004.
- _____. **Caderno de Política Nacional de Desenvolvimento Urbano**. Cadernos MCidades, v. 1. Brasília, 2004.
- BRESSER PEREIRA, Luís Carlos. **Desenvolvimento e Crise no Brasil: 1930-1983**. São Paulo: Brasiliense, 1983.
- BRUGMANN, Jeb. **Managing Urban Ecosystems. The International Council for Local Environmental Initiatives** – ICLEI. Review copy. 1992.
- BURCHELL, Robert W., Naveed A. Shad, Davis Listokin, Hilary Philips, antonym Downs, Samuel Seskin, Judy S. Davis, Tery Moore, David Helton and Michelle Gall. **The Costs of Sprawl – Revisited**. Transit Cooperative Research Program. Report 39. Washington, 1998.
- BURCHELL, Robert W. LISTOKIN, David & RUTGERS, Catherine C. Galley. **Smart Growth: More Than a Ghost of Urban Policy Past, Less than a Bold New Horizon**.

- Housing Police Debate, v. 11, Issue 4. The State University of New Jersey. Famie Mae foundation, 2000.
- CAMPOS FILHO, Cândido M. **Cidades brasileiras: seu controle ou o caos: o que os cidadãos devem fazer para a humanização das cidades no Brasil**. 4. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.
- CARPINTERO, Antonio Carlos. **Brasília: prática e teoria urbanística no Brasil (1956-1998)**. Tese de Doutorado em Urbanismo. São Paulo: USP, 1998.
- _____. **Uma outra Brasília**. (mimeo) Publicação Bilíngüe. Alemanha: Ent. Bau. Denk. n. 4, 2003.
- _____. **Brasília: algumas notas sobre a urbanização dispersa e novas formas de tecido urbano**. In: *Brasil – estudos sobre a dispersão urbana*. REIS FILHO, Nestor (org.) São Paulo: FAU – USP, 2007
- CHAMPION, A. G. **Contraurbanization: The British Experience**. In *Geographical Perspectives n. 61*. Salt Lake (US): University of Utah, 1988.
- CHILE. Cámara de Diputados de Chile, Instituto de Posgrado em Estudios Urbanos, Arquitectónicos y de Diseño de La Pontificia Universidad Católica de Chile, Lincoln Institute of Land Policy (orgs.) Seminario-taller Internacional: **El desafío de La integración social: nuevas políticas sociales de vivienda y suelo urbano**. Publicación Oficial – Redacción de Sesiones, Palacio Ariztía, Santiago. 7-8 oct. 1999.
- DANIELSON, Michael. **Zoning for Fewer People**. In: *The Politics of Exclusion*. New York: Columbia Press, 1976.
- DEMATTEIS, Giuseppe. **Suburbanización y Periurbanización. Ciudades Anglosajonas y Ciudades Latinas**. In: *La Ciudad Dispersa*. MONCLÚS, Francisco (org.), 1998. Barcelona: Centro de Cultura Contemporánea de Barcelona.
- DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Habitação. **Modelo de Gestão Estratégica do Território do Distrito Federal**. Brasília: Metroquatro Arquitetura e Tecnologia, 2004.
- _____. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Habitação. **A legislação urbanística do Distrito Federal e o Estatuto da Cidade**. RIBAS, Otto (coord.). Brasília, 2004.
- DOMINGUES, Álvaro. **(Sub)úrbios (sub)urbanos – o mal da periferia ou a mistificação dos conceitos?** In: *Revista da Faculdade de Letras e Geografia. Série I*, v. X/XI: Porto, 1995.

- DUPUY, Gabriel. **El Urbanismo de las redes. Teorías y métodos.** Barcelona: Oikos-tau. 1998.
- ENTRENA, Francisco. **Cidades Sem Limites.** In Trabalho, economia e tecnologia: novas perspectivas para a sociedade global. MACHADO, Jorge A. S. (org.) – São Paulo: Tendenz; Bauru: Praxi, 2003.
- EWING, Reid. **The Future of Land Development.** In Metropolitan Development Patterns: Annual Roundtable 2000. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy. p. 66-71, 2000.
- FERNANDES, Edésio. **Law and the Production of Urban Illegality.** Land Lines. p. 1-4, 2001.
- FERRARI, Celso. **Curso de Planejamento Municipal Integrado.** Coleção Mackenzie. São Paulo: Livraria Pioneira, 1973.
- FONT, Antonio. **Anatomía de una Metrópoli Discontinua: La Barcelona Metropolitana.** Papers n. 26, Barcelona, 1997.
- GARREAU, Joel. **Edge City. Life on The New Frontier.** New York: Doubleday, 1991.
- GENS, F; TUCCI, C. E. M. **Infiltração em Superfícies Urbanas.** In Revista Brasileira de Engenharia. Caderno de Recursos Hídricos, v. 13, n. 1, jun. 1995.
- GOUBAR, K. CABRAL, A.A.C. **Custo de Produção de Habitações Populares na Região de São Paulo: 1987/1995.** In: Mutirão Habitacional. ABIKO, A.K. ALBIERI, L. (orgs.) São Paulo: PCC: EDUSP, 1996.
- GUIMARÃES, Pedro Paulino. **Configuração urbana: evolução, avaliação, planejamento e urbanização.** São Paulo: ProLivros, 2004.
- HELLER, Léo. **Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento.** Revista Ciência & Saúde Coletiva. Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 73-84, 1998.
- HOLANDA, Frederico. **A trajetória perversa: danificar qualidades e ampliar problemas.** In: *Visões de Brasília: patrimônio, preservação e desenvolvimento.* RIBAS, Otto (org.). Brasília: IAB, 2005.
- _____. **Uma Ponte para a Urbanidade,** in: Arquitetura & Urbanidade. In: *Arquitetura & Urbanidade.* HOLANDA, Frederico (org.). São Paulo, SP, ProEditores Associados, 2003.
- _____. et. al. **Brasília Permanências e Metamorfoses.** 2003. (mimeo).
- IPEA/UNICAMP/IBGE. **Caracterização e Tendências da Rede Urbana do Brasil.** v. 2. Campinas: UNICAMP/IE, Brasília: IPEA; Rio de Janeiro: IBGE, 1999.

- INDOVINA, F. et al. (ed.). **La Città Diffusa**. Venezia: Daest, 1990.
- INOUYE, Kelly P.; SOUZA, Ubiraci E. L. **A utilização de indicadores físicos na discussão dos custos de urbanização de conjuntos habitacionais horizontais**. In: *Ambiente Construído*, v. 4, n. 1, p.79-91. Porto Alegre, 2004.
- JAKOB, Alberto A. E. **Urban Sprawl: Custos, Benefícios e o Futuro de um Modelo de Desenvolvimento do Uso da Terra**. In *Anais do XIII Encontro da Associação Brasileira e Estudos Populacionais – ABEP*. Ouro Preto – MG, 2002. Disponível em: <http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/2002/GT_MA_ST21_Jakob_texto.pdf> Acesso em: 3/2/2006.
- LANDIN, Paula da C. **Desenho da paisagem urbana: as cidades do interior paulista**. São Paulo: UNESP, 2004.
- LEFREBVRE, Henry. **A Revolução Urbana**. Belo Horizonte: UFMG, 1999.
- LOBO, Luiz. **Saneamento básico: em busca da universalização**. Brasília: Ed. do Autor, 2003.
- MALAGUTTI, Cecília Juno. **Loteamentos clandestinos no DF: legalização ou exclusão?** Dissertação de Mestrado em Planejamento Urbano. Brasília: UnB, 1996.
- _____. **Loteamentos Clandestinos no Distrito Federal: caminhos alternativos para sua aceitação**. In: *Brasília – gestão urbana: conflitos e cidadania*. PAVIANI, Aldo (org). Brasília: UnB, 1999.
- MASCARÓ, Juan et al. **Desenho Urbano e Custos de Urbanização**. Ministério de Habitação Urbanismo e Meio Ambiente. Brasília: MHU – SAM, 1987.
- _____. **Densidades, ambiência e infra-estrutura urbana**. São Paulo: Vitruvius, set. 2001.
- MASCARÓ, Juan L. **Manual de Loteamentos e Urbanização**. Porto Alegre: SAGRA: LUZZATTO, 1997.
- MEADOWS, D. H. **So What Can We Do – Really Do – About Sprawl**. In *Sprawl Articles*. Sierra Clube. Disponível em: <<http://www.sierraclub.org/sprawl/articles/meadows3.asp>> Acesso em fev. 2006.
- MENEZES, Luiz Carlos C. **Considerações sobre saneamento básico, saúde pública e qualidade de vida**. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 23, n. 1, p. 55-61, 1984.
- MORAES, Luiz Roberto S. **Conceitos de Saúde e Saneamento**. Salvador: DHS/UFBA, 1993.
- MORETTI, Ricardo S. **Loteamentos: Manual de Recomendações para Elaboração de Projetos**. São Paulo: IPT, 1986.

_____. **Normas Urbanísticas para Habitação de Interesse Social:**

Recomendações para Elaboração de Projetos. São Paulo: IPT, 1986.

MOTA, Suetônio. **Urbanização e Meio Ambiente.** 3. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2003.

NASCIMENTO, Nilo. HELLER, Léo. **Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento.** In: Engenharia Sanitária. v. 10, n. 1, p.36-48, 2005.

NACIONES UNIDAS. Conferencia de las Naciones Unidas sobre los Assentamientos Humanos – Habitat II. ONU, Istambul, 1996.

NOGUEIRA, Geraldo B. **Brasília, Pessoas ou Carros?** In: *Visões de Brasília: patrimônio, preservação & desenvolvimento.* RIBAS, Otto (org.). Brasília: Instituto dos Arquitetos do Brasil, 2005.

NOVAES PINTO, Maria. **Caracterização geomorfológica do Distrito Federal.** In: *M. Novaes Pinto (org.) Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas.* Brasília: UnB, 2. ed. p. 285-320.

OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES. **Identificação dos espaços metropolitanos e construção de tipologias: relatório de atividade 1.** Curitiba: IPARDES, 2004. Projeto Análise das regiões metropolitanas no Brasil. Contrato Ministério das Cidades, FASE. Trabalho realizado por IPPUR, FASE, IPARDES.

OJIMA, Ricardo. **Dimensões da urbanização dispersa e proposta metodológica para estudos comparativos: uma abordagem socioespacial em aglomerações urbanas brasileiras.** In: Revista brasileira de estudos populacionais. v. 24, n. 2, p. 277-330. São Paulo, 2007.

ORFIELD, Myron. **American Metropolis: new suburban reality.** Washington, DC: Brookings Institution Press, 2002.

PANERAI, Philippe. **Análise Urbana.** Coleção Arquitetura e Urbanismo. Brasília: UnB, 2006.

PAVIANI, Aldo. **Ambiente urbano com desemprego.** In PAVIANI, Aldo; GOUVÊA, Luiz Alberto de Campos (orgs). Brasília: controvérsias Ambientais. Brasília: UnB, 2003

PEDRON et al., **Solos Urbanos.** In: Ciência Rural. v. 34, n. 5, p. 1647-1653. Santa Maria – RS, 2004.

PERLMAN, Janice. **Uma estratégia de mão dupla para a mudança deliberada nas cidades.** In: Congresso cidades anos 90: Catástrofe ou oportunidade? Câmara de Comércio do Brasil – Canadá: IBAM, 1991.

REIS FILHO, Nestor Goulart. **Notas Sobre a Urbanização Dispersa e Novas Formas De Tecido Urbano.** São Paulo: Via das Artes, 2006.

- RIBAS, Otto. **A legislação Urbanística do Distrito Federal e o Estatuto da Cidade**. Brasília: GDF/SEDUH, 2004.
- ROCHA, R. et al., **Procedimentos para tomada de decisão em programas de urbanização de favelas**. Anais do IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Foz do Iguaçu, 2002.
- ROSSO, T. **Racionalização da Construção**. São Paulo: FAU/USP, 1980.
- SERRA, Geraldo G. **Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo: guia prático para o trabalho de pesquisador em pós-graduação**. São Paulo: Edusp/Mandarim, 2006.
- SIERRA CLUB. **New research on a population suburban sprawl and smarth growth**. 2003. Disponível em: <<http://www.sierraclub.org/sprawl/population/whitepaper>>. Acesso em setembro de 2006.
- SPOSITO, Maria Encarnação B. **Novos Conteúdos das Periferias Urbanas nas Cidades Médias do Estado de São Paulo**. In: Investigaciones Geográficas. n. 54 p. 114-139. Universidad Nacional Autónoma de Mexico, 2004.
- TUCCI, C. E. M. **Plano Diretor de Drenagem Urbana: Princípios e Concepção**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 2, n. 2, 1997
- TUDELA, Fernando. **Tecnologias Apropriadas para Saneamento Básico**. São Paulo: FAU/USP: MINTER: CNDU, 1982.
- VEIGA, José Eli da. **Cidades Imaginárias. O Brasil é menos urbano que se calcula**. São Paulo: Autores Associados, 2002.
- VILLAÇA, Flávio. **Espaço intra-urbano no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel: FAPESP: Lincoln Institute, 2001.
- WISNIK, Guilherme. **Urbanidade em questão: a explosão das favelas e o crescimento chinês**. São Paulo: Vitruvius, jul. 2006.
- ZMITROWICZ, Witold. NETO, Generoso D.A. **Infra-estrutura Urbana**. Texto Técnico da Escola Politécnica da USP; Departamento de Engenharia Civil – TT/PCC/17. São Paulo: EDUSP, 1997.

Documentos e Relatórios Técnicos

- CAESB – Plano Diretor de Águas e Esgotos do Distrito Federal. Brasília, 2002.
- DISTRITO FEDERAL. IPDF. Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal – PDOT. Documento Técnico. Brasília: IPDF, 1997.

DISTRITO FEDERAL. CODEPLAN. Pesquisa Domiciliar de Transporte. Brasília, 2000.

DISTRITO FEDERAL. SEMARH – Mapa de Sensibilidade Ambiental do Distrito Federal. Brasília, 1996.

_____ – Olhares sobre o Lago Paranoá. Fernando Fonseca (org). Brasília, 2001.

_____ – Mapa hidrogeológico do DF. Brasília, 1996.

DISTRITO FEDERAL. PROGRAMA Brasília Sustentável: programa de saneamento ambiental e gestão territorial do Distrito Federal.

DISTRITO FEDERAL. SEDUH. Agência de Infra-estrutura e Desenvolvimento Urbano. Cenários territoriais e demográficos para o Distrito Federal e entorno imediato. Relatórios 1, 2 e 3. Brasília, janeiro de 2005.

DISTRITO FEDERAL. SEDUMA. Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal – PDOT. Documento Técnico. Versão Preliminar. Brasília: SEDUMA, 2007.

EMBRAPA – Mapa de Solos da Embrapa. Brasília, 1981.

GOLDER/FAHMA. Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos – PGIRH. Programa saneamento básico no Distrito Federal, 2004.

IBGE. Censo Demográfico 2000. Rio de Janeiro, 2001.

_____ – Contagem Populacional 2007

UnB/SEBRAE – Vegetação Natural no Distrito Federal. George Eiten (org) Brasília, 2001.

UNESCO. Vegetação no Distrito Federal – Tempo e Espaço. Brasília, 2001.