



**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE ENGENHARIA E ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA**

Márcia Cristina Hüther

**INFRA-ESTRUTURA URBANA EM BAIRROS
RESIDENCIAIS NO SUL DO BRASIL**

**Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Engenharia da
Universidade de Passo Fundo, para
obtenção do título de Mestre em
Engenharia.**

Passo Fundo

2006

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE ENGENHARIA E ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA**

Márcia Cristina Hüther

ORIENTADOR: Prof. Dr. Juan José Mascaró

**INFRA-ESTRUTURA URBANA EM BAIROS
RESIDENCIAIS NO SUL DO BRASIL**

**Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia da Universidade de
Passo Fundo, para obtenção do título
de Mestre em Engenharia.**

Passo Fundo

2006

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE ENGENHARIA E ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação:

Infra-estrutura urbana em bairros residenciais no Sul do Brasil

Elaborada por:

Márcia Cristina Huther

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia

Aprovado em: 15/09/2006
Pela Comissão Examinadora

Prof. Dr. Juan José Mascaró
Presidente da Comissão Examinadora
Orientador

Prof^a. Dr^a. Rosa Maria Locatelli Kalil
UPF – Faculdade de Engenharia e
Arquitetura

Prof. Dr. Juan Luis Mascaró
UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande
do Sul

Prof. Dr. Fernando José Pugliero
Gonçalves
UPF – Faculdade de Engenharia e
Arquitetura

Prof. Dr. Antonio Thomé
Coord. Prog. Pós-Graduação em Engenharia da
Universidade de Passo Fundo - UPF

Passo Fundo
2006

Dedico este trabalho à minha mãe, que sempre esteve ao meu lado me apoiando e colaborando expressivamente para a realização deste trabalho. Ao meu companheiro Eder, que sempre me incentivou a continuar estudando.

Agradecimentos

Ao meu companheiro Eder por acreditar na minha capacidade, nos meus ideais e compartilhar sonhos e conquistas durante a nossa caminhada.

A todos os familiares que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho. Em especial a minha mãe Sirlanda, Leandro Viapiana, que me acompanharam na pesquisa de campo e contribuíram para a realização desta conquista.

As colegas e amigas de mestrado Simone Gruhn, Laurita Wunder, Mariane Spanemberg e a Marli Tagliari, pelo apoio e amizade.

Ao amigo e orientador Professor Dr. Juan José Mascaró, pelo incentivo e acompanhamento durante a realização do trabalho.

RESUMO

O presente estudo visa analisar as redes de infra-estrutura urbana em bairros residenciais em cidades de médio porte. Foram analisadas as redes de água, esgoto, energia elétrica e iluminação pública, arbórea, viária e o sistema de drenagem pluvial local. As cidades de Passo Fundo, RS e Lages, SC foram escolhidas para o estudo por serem representativas em suas regiões, onde não existem estudos sobre o tema abordado na pesquisa, a infra-estrutura urbana. A análise foi realizada através de um estudo de caso entre bairros de diferentes classes sociais, abordando aspectos técnicos, através de revisão bibliográfica e legislação existente, e qualitativos, onde foi usada a metodologia de APO (Avaliação pós-ocupação), verificando a satisfação dos usuários através de questionários referentes às redes existentes. Após esta abordagem foi realizada uma análise comparativa entre os bairros de cada cidade. Posteriormente entre as próprias cidades e seus respectivos bairros. A pesquisa evidencia a necessidade de buscar melhores alternativas para projetos, gerenciamento e manutenção das redes de infra-estrutura urbana, buscando qualificar os serviços prestados por elas em bairros de diferentes classes sociais.

Palavras-chaves: infra-estrutura urbana, rede de água, rede de esgoto, rede viária, drenagem, arborização urbana.

ABSTRACT

The present study analyses the urban infra-structure system in residential districts in medium size cities. The areas analysed were the water nets, sewerage, electric energy, urban tree, road system, and the local pluvial drainage system. The cities of Passo Fundo, RS and Lages, SC were selected for this study because of they're representatives in their own regions, where there aren't any studies about the subject, the urban infra-structure system.

The analysis was done through a case study between districts of different social classes, approaching technical aspects, through a bibliographic review and existing legislation, and quality, where the APO methodology was used (post-occupation valuation), verifying the satisfaction of the users through the questionnaires referring to the existing systems.

After this approach was realized a comparative analysis between the districts of each city, later between the cities and their own districts. The research shows the necessity to search better alternatives for the project, managing and maintenance of the urban infra-structure system, searching to qualify the services give for them in each district of different socials classes.

Word-key: urban infra-structure, water nets, sewerage, electric energy, urban tree, road system, pluvial drainage system.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Considerações iniciais.....	10
1.2 Problema da pesquisa.....	11
1.3 Justificativas	12
1.4 Objetivos.....	13
1.4.4 Objetivo geral.....	13
1.4.2 Objetivos específicos.....	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA : REDES DE INFRA-ESTRUTURA URBANA	14
2.1 Classificação das redes de infra-estrutura a serem analisadas.....	14
2.2 Rede viária.....	15
2.2.1 Perfil das vias.....	16
2.2.2 Passeios.....	19
2.2.3 Pavimentação urbana.....	20
2.2.4 Drenagem urbana.....	21
2.3 Rede elétrica.....	27
2.3.1 Redes de distribuição de energia elétrica.....	31

2.3.2	Iluminação pública no Brasil.....	35
2.3.3	Iluminação de áreas residenciais e de pedestres.....	37
2.3.4	Rede elétrica x rede arbórea.....	39
2.4	Rede arbórea.....	43
2.4.1	Escolha das espécies.....	45
2.4.2	Crerios de localização da arborização.....	48
2.5	Rede de abastecimento de água.....	49
2.5.1	Rede de distribuição.....	51
2.6	Rede de esgoto sanitário.....	53
2.6.1	Tratamentos de esgoto.....	56
2.6.2	Tratamentos de esgoto quando não existe rede.....	56
2.6.2.1	Tanque séptico.....	57
2.6.2.2	Tratamento complementar dos efluentes do tanque séptico.....	60
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: URBANIZAÇÃO E INFRA-ESTRUTURA....	62
3.1	Processo de urbanização no Brasil.....	66
3.2	Extensão da infra-estrutura urbana de saneamento.....	69
3.3	Urbanização do estado do Rio Grande do Sul – 1950 – 2000.....	71
3.4	Urbanização do estado de Santa Catarina.....	75
3.5	Instrumentos da política urbana.....	77
3.5.1	Plano Diretor.....	82
3.6	Características das cidades a serem estudadas.....	83
3.6.1	Passo Fundo.....	83
3.6.2	Lages.....	85
3.7	Avaliação pós-ocupação como ferramenta de trabalho.....	86

3.7.1 Avaliação Pós-Ocupação.....	86
3.7.2 Níveis de APO.....	88
4 MÉTODOS E MATERIAIS.....	90
4.1 Métodos e técnicas utilizados.....	90
4.2 Seleção das cidades em estudo.....	90
4.2.1 Critérios para a escolha das cidades para o estudo de caso.....	91
4.3 Seleção do objeto de estudo.....	97
4.3.1 Bairros de Passo Fundo.....	97
4.3.2 Bairros de Lages.....	100
4.4 Levantamento de arquivo.....	101
4.5 Trabalhos de campo.....	102
4.6 Processamento dos dados.....	104
5 ESTUDO DE CASO.....	105
5.1 Bairro Lucas Araújo (classe alta), Passo Fundo, RS.....	106
5.1.1 Análise do Plano Diretor.....	106
5.1.2 Escolha da amostra.....	107
5.1.3 Rede viária do Bosque Lucas Araújo.....	108
5.1.3.1 Drenagem pluvial.....	112
5.1.4 Rede elétrica.....	114
5.1.5 Rede de água.....	116
5.1.6 Rede de esgoto.....	116
5.1.7 Rede arbórea.....	116
5.2 Bairro Manoel da Silva Corralo (classe baixa), Passo Fundo, RS.....	119
5.2.1 Análise do Plano Diretor.....	120

5.2.2	Escolha da amostra.....	121
5.2.3	Rede viária do bairro Manoel da Silva Corralo.....	122
5.2.3.1	Drenagem pluvial.....	126
5.2.4	Rede elétrica.....	127
5.2.5	Rede de água.....	129
5.2.6	Rede de esgoto.....	130
5.2.7	Rede arbórea.....	130
5.3	Bairro Frei Rogério (classe alta), Lages, SC.....	131
5.3.1	Análise do Plano Diretor.....	132
5.3.2	Escolha da amostra.....	133
5.3.3	Rede viária do bairro Frei Rogério.....	133
5.3.3.1	Drenagem pluvial.....	136
5.3.4	Rede elétrica.....	137
5.3.5	Rede de água.....	138
5.3.6	Rede de esgoto.....	139
5.3.7	Rede arbórea.....	139
5.4	Bairro Galha Azul (classe baixa), Lages, SC.....	141
5.4.1	Análise do Plano Diretor.....	142
5.4.2	Escolha da amostra.....	142
5.4.3	Rede viária do bairro Galha Azul.....	144
5.4.3.1	Drenagem pluvial.....	146
5.4.4	Rede elétrica.....	147
5.4.5	Rede de água.....	149
5.4.6	Rede de esgoto.....	149

5.4.7 Rede arbórea.....	150
6 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	152
6.1 Rede viária.....	153
6.2 Rede elétrica.....	166
6.3 Rede de água.....	172
6.4 Rede de esgoto.....	179
6.5 Rede arbórea.....	182
6.6 Médias gerais dos conceitos.....	187
6.7 Comparação entre análise técnica e satisfação dos usuários.....	188
6.7.1 Bairro Bosque Lucas Araújo (CA).....	188
6.7.2 Bairro Manoel da Silva Corralo (CB).....	189
6.7.3 Bairro Frei Rogério (CA).....	191
6.7.4 Bairro Galha Azul (CB).....	191
7 CONCLUSÕES.....	193
7.1 Conclusões da pesquisa.....	193
7.2 Recomendações para trabalhos futuros.....	197
REFERÊNCIAS	198
ANEXOS.....	206

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

As cidades de médio porte, como Passo Fundo no Rio Grande do Sul, e Lages em Santa Catarina, tiveram um rápido crescimento populacional nas últimas décadas, pois possuem uma economia dinâmica e alto poder aquisitivo, originando problemas na estruturação urbana. Com o crescimento acelerado das cidades os Planos Diretores tornaram-se ultrapassados, originando densidades pontuais, visto que as redes de infra-estrutura não acompanharam a demanda populacional, ocasionando falhas no desenvolvimento das cidades, as quais acabam sendo resolvidas através de interesses políticos e econômicos. A falta de planejamento urbano acabou por tornar a cidade um objeto da especulação imobiliária, deixando enormes vazios, empurrando a população de menor poder aquisitivo para a periferia, onde a infra-estrutura urbana é precária ou muitas vezes inexistente.

Não se pode pensar no espaço urbano sem relacioná-lo com infra-estrutura, pois é ela “que possibilita seu uso e, de acordo com sua concepção, se transforma em elemento de associação entre a forma, a função e a estrutura” (MASCARÓ; YOSHINAGA, 2005).

Segundo Azambuja e Bianchini (2004), o processo de ocupação urbana, por inúmeras vezes ocorre sem a devida implantação da infra-estrutura necessária e sem os cuidados para a ordenação desse crescimento, não sendo consideradas as características naturais do meio. As conseqüências desse processo inadequado são comuns nas grandes cidades: falta de condições sanitárias em muitas áreas, ocupação de áreas inadequadas, destruição dos recursos de valor ecológico, poluição do meio ambiente, habitações em condições

precárias. A forma desarmônica com que a sociedade contemporânea vive produz uma série de impactos ambientais em escala cada vez maior, excedendo a capacidade que o meio ambiente tem de suportar e de se regenerar, o que se reflete na qualidade de vida urbana e repercute diretamente na saúde das pessoas.

O espaço urbano e as redes de infra-estrutura, quando racionalmente planejados, potencializam as relações vitais do homem, através da qualidade de vida, valorizando a paisagem e preservando o meio. Quando ocorre o desencontro entre espaço e infra-estrutura, o conjunto urbano apresenta-se como fragmentos de um catálogo incoerente de elementos que não estão articulados entre si (MASCARÓ; YOSHINAGA, 2005).

O interesse pelo estudo da infra-estrutura urbana, especificamente da qualidade técnica dos serviços prestados pelas redes de infra-estrutura urbana e da satisfação dos usuários, visa verificar como os órgãos públicos tratam os serviços prestados pelas redes de infra-estrutura urbana nos diferentes bairros das cidades, onde as populações também diferem quanto à classe social.

1.2 Problema de pesquisa

O tema abordado na pesquisa trata das redes de infra-estrutura urbana em bairros residenciais em cidades de médio porte no Brasil, como Passo Fundo, RS, e Lages, SC, analisando a qualidade técnica e o aspecto qualitativo do ponto de vista dos usuários. O atendimento da demanda de redes de infra-estrutura solicitada pelo crescimento das cidades acaba se confrontando com a falta de aplicabilidade de novas tecnologias, de profissionais qualificados e disponibilidade de recursos financeiros por parte dos órgãos públicos para atender a tais solicitações. Problemas de pesquisa: Como se encontram as redes de infra-estrutura urbana no que se refere à qualidade e à satisfação dos moradores locais?

Existem diferenças nas redes de infra-estrutura entre bairros de classes sociais distintas na mesma cidade?

1.3 Justificativas

O estudo, ao analisar a atual situação das redes de infra-estrutura, pode servir de subsídio para a manutenção, adequação e ampliação das redes existentes, assim como para fornecer critérios para projetos futuros de ambas cidades. A densificação das cidades de médio porte ocorre de forma acelerada, sem um planejamento prévio, ocasionando o crescimento desordenado. Seguindo o pensamento de Puppi (1981) sobre o processo de urbanização, as conseqüências da proliferação automobilística, associada ao crescimento desordenado e descontrolado dos centros urbanos, ocasionaram problemas funcionais nas cidades que se encontram em progresso material.

A concentração demográfica nas capitais, nas regiões metropolitanas e nos demais centros urbanos populosos traz problemas diversos à estrutura urbana, decorrente de fatores ligados à infra-estrutura e ao seu crescimento. Em conseqüência o meio físico e ambiente construído estão sempre a merecer atenção para que se possa melhorar a qualidade de vida das cidades. São necessárias políticas e metodologias, que permitam um conhecimento integrado dos problemas, bem como a utilização de planejamento, intervenção e gestões eficientes para uma melhoria da qualidade de vida nos centros urbanos, tendo como parâmetros a questão da preservação ambiental e a racionalidade/otimização na solução dos problemas urbanos.

Para a realização da pesquisa foram escolhidas duas cidades de médio porte, das quais após um estudo de caso individual de cada bairro, foi realizada uma análise comparativa. As duas cidades, Passo Fundo, RS, e Lages, SC, foram escolhidas, por possuírem características semelhantes no que se refere principalmente à população, ao clima, à altitude e ao índice de desenvolvimento humano. São duas cidades contemporâneas que tiveram a mesma origem e a mesma importância para o desenvolvimento do sul do país, pois ambas faziam parte do chamado Caminho das Tropas e Mulas, pela qual tropeiros levavam o gado do sul ao centro do país.

O interesse pelo estudo das infra-estruturas urbanas nas cidades de pequeno e médio porte, como as cidades escolhidas, deve-se à falta de dados sobre os critérios de projeto usados, visando questionar a tecnologia e materiais aplicados, assim como o alto custo dos

investimentos realizados, sua eficiência e a adequação a situações locais, geralmente poucos levados em consideração. Um diagnóstico da situação atual torna-se interessante tanto do ponto de vista acadêmico como profissional, pela oportunidade de contribuir com a população local.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo geral

Avaliar as redes de infra-estrutura urbana através dos elementos visíveis ou perceptíveis e o nível de satisfação dos usuários diante das redes existentes, verificando a situação atual dos bairros residenciais das cidades de médio porte do sul do país por meio de um estudo de caso das cidades de Passo Fundo, RS, e Lages, SC.

1.4.2 Objetivos específicos

- Fornecer um diagnóstico das redes de infra-estrutura urbana dos bairros analisados.
- Avaliar a qualidade das redes de infra-estrutura urbana dos bairros das cidades de Passo Fundo, RS, e Lages, SC, pelo nível de satisfação do usuário.
- Desenvolver um estudo comparativo das redes de infra-estrutura das duas cidades em questão.
- Contribuir para o desenvolvimento de metodologias de avaliações das redes de infra-estrutura urbana, indicando parâmetros ou diretrizes para novos projetos, ampliação e manutenção das redes em bairros residenciais.
- Promover a interação entre a pesquisa científica e as comunidades em estudo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: REDES DE INFRA-ESTRUTURA URBANA

Neste capítulo serão abordadas as principais bibliografias referentes às redes de infra-estrutura urbana analisadas, tais como; rede viária, rede elétrica, rede de abastecimento de água, rede de esgoto e rede arbórea.

2.1 Classificação das redes de infra-estrutura a serem analisadas

As redes de infra-estrutura, em geral, seguem o traçado das vias e podem estar no subsolo (esgotamento sanitário e drenagem pluvial, abastecimento de água), na superfície rede viária (pavimentação), ou em redes aéreas (energia elétrica) (SANTOS, 1988).

Para um melhor entendimento, as redes de infra-estrutura urbana analisadas na pesquisa, podem ser classificadas como:

- rede viária: consiste nas vias urbanas e drenagem pluvial;
- rede de abastecimento de água;
- redes de esgoto sanitário doméstico;
- rede elétrica;
- rede arbórea.

A infra-estrutura urbana é determinante da estrutura das cidades. Em geral, é o maior problema urbano brasileiro, pois as cidades crescem sem previsão.

No Brasil, conforme Santos (1988), a distribuição desigual de infra-estrutura contribui como fator externo da valorização do território. Basta que os bairros ou ruas tenham água e esgoto canalizados, rede de energia elétrica e pavimentação para serem melhores e atrair os mais ricos. Em virtude desses fatores, nos espaços relativamente privilegiados costuma morar a minoria, a elite, expulsando-se os pobres indesejáveis ou evitando-se que ali se instalem.

O mesmo autor justifica que é por força de ações diretas e indiretas do Estado e das unidades especializadas de capital, visando proteger os “guetos do bem-estar”, que se formou uma “barreira” em torno dos núcleos, obrigando a maioria dos migrantes pobres a se instalarem nas periferias. Isso ocorreu tanto nas metrópoles como nas cidades de pequeno e médio porte.

2.2 Rede viária

A rede viária possui um papel bastante relevante no que diz respeito às redes de infra-estrutura urbana analisadas neste trabalho. É a rede que possui maior número de informações, principalmente por estar em contato direto com as pessoas. Mascaró¹ (1996), interpreta as vias como

(...) um espaço urbano de uso público que tem como função organizar e relacionar os fatos arquitetônicos na trama urbana. Constitui um marco da arquitetura, proporcionando ar e luz ao espaço urbano e aos edifícios, produzindo microclimas que influenciam sobre a insolação, os ventos, a temperatura, a umidade a ao clima local e no consumo de energia dos edifícios (MASCARÓ, 1996, p. 89).

As vias devem ser analisadas em dois aspectos principais: Em nível do solo (vias para automóveis e pedestres) e em nível de subsolo (drenagem pluvial).

As vias para automóveis ocupam um papel de destaque no aspecto social e econômico, na medida em que envolvem, no dia-a-dia, praticamente todos os cidadãos

¹ MASCARÓ, Lucia. *Ambiência urbana*. Porto Alegre: Sagra – D.C. Luzzatto, 1996.

brasileiros no exercício pleno do seu direito de ir e vir, de locomover-se livremente para a satisfação de suas necessidades (BRASIL (a), 2005).

Acompanhando o crescimento urbano, as vias de trânsito de veículos passaram a ser vistas como elemento de preocupação na gestão urbana, principalmente no que se refere à melhoria da qualidade de vida nas cidades. O trânsito é responsável pela ocorrência de trezentos mil acidentes por ano, que deixam a expressiva marca de trinta mil mortos e outros trezentos e cinquenta mil feridos, representando um custo anual de cerca de R\$ 10 bilhões (BRASIL (a), 2005).

Para a realização do traçado urbano das vias, Puppi (apud ZMITROWICZ e ANGELIS NETO, 1997), orienta que o sistema viário urbano deve se amoldar à configuração topográfica e ser delineado tendo em vista

os deslocamentos fáceis e rápidos, obtidos com percursos os mais diretos possíveis, entre os locais de habitação e os de trabalho e de recreação, e com comunicações imediatas do centro com os bairros e destes entre si; o posicionamento das condições técnicas e econômicas para a implantação dos sistemas necessários aos outros subsistemas de infra-estrutura urbana; a constituição racional dos quarteirões, praças e logradouros públicos; a conjunção sem conflitos ou interferências anti-funcionais da circulação interna com o subsistema viário regional e interurbano; e a limitação da superfície viária e seu desenvolvimento restrito ao mínimo realmente necessário, em ordem a se prevenir trechos supérfluos e se evitarem cruzamentos arteriais excessivos ou muito próximos. (1997, p. 5-6).

2.2.1 Perfis das vias

A largura das vias deve estar de acordo com a sua função, com sua taxa de ocupação e do perfil escolhido, o que minimiza os custos com infra-estrutura. A tipologia a ser adotada depende do volume de tráfego que por ela circula; do sentido do fluxo (unidirecional ou bidirecional); das interferências que pode trazer o tráfego (cruzamentos, estacionamentos, garagens, etc.) e da velocidade da circulação.

Para a harmonia da rede viária urbana devem ser considerados um conjunto de elementos, pois a largura das vias, altura e características dos planos laterais, assim como a presença de vegetação afetarão a ambiência urbana. (MASCARÓ, 1996, p. 89)².

² MASCARÓ, Lucia. *Ambiência urbana*.

As vias urbanas são compostas de duas partes, diferenciadas pela função que cada uma desempenha, sendo definidas como o leito carroçável e os passeios. Os leitos carroçáveis são destinados ao trânsito de veículos e bicicletas, assim como ao escoamento da água pluvial, ao passo que os passeios destinam-se ao trânsito de pedestres. Segundo Mascaró³ (2002), como a situação econômica impõe o uso racional dos poucos recursos disponíveis, o projeto e a execução devem atender às necessidades dos usuários para não serem desperdiçados recursos em produtos de que a população não precisa. Assim o projeto deve levar em consideração o número de veículos que a comunidade possui ou usa.

Para casos em que os recursos são precários podem ser admitidas larguras mínimas. A largura da pavimentação de ruas urbanizadas com valetas (sarjetas) laterais e perfil normal utilizadas para tráfego de veículos em apenas uma direção serão de 2,40 m para o eixo carroçável e 0,40 m para cada sarjeta, resultando em 3,20m. Outro recurso apontado por Mascaró⁴ (2003) é a possibilidade de uma (sarjeta) valeta central, na qual não é necessário espaçamento lateral, portanto minimizando em até 25% o custo total da obra. Os passeios podem admitir uma largura mínima de 1,20m para o tráfego em duas direções.

Já, quando a comunidade tem grande quantidade de veículos, são necessárias ruas com declividades suaves, raios de curvatura grandes, faixas de segurança claramente delimitadas e sinalizadas (MASCARÓ, 2002)³.

Mascaró⁴ define que a tipologia de larguras mínimas das vias recomendadas para veículos automotores depende: do volume de tráfego, do sentido do fluxo (unidirecional ou bidirecional); das interferências que podem trazer o tráfego (cruzamentos, estacionamentos, garagens etc.); da velocidade de circulação (2003, p.69). Segundo as normas do Departamento Nacional de Estradas e Rodagem (DNER, apud Mascaró, 2003, p. 69)⁴, para a Classificação Funcional das Vias Urbanas, a rede viária é dividida em quatro sistemas específicos:

- sistema arterial principal;
- sistema arterial secundário;
- sistema de vias coletoras;
- sistema viário local.

³ MASCARÓ, Juan José. *Habitação popular para o planalto do Rio Grande do Sul.*

⁴ MASCARÓ, Juan Luis. *Loteamentos urbanos.*

- *Sistema arterial principal* - é utilizado para maiores volumes de tráfego, sendo composto por vias expressas primárias, vias expressas secundárias e vias arteriais primárias. Nessas vias há o controle total dos acessos, com todas as interseções em desnível e as ruas locais transversais são bloqueadas ou conectadas pelas vias marginais da via expressa. As vias expressas primárias possuem as mesmas características e funções das chamadas *freeways*, ao passo que as vias expressas secundárias são semelhantes às primárias, porém têm interseções em nível com algumas vias transversais. As vias arteriais primárias atendem principalmente ao tráfego direto, têm percurso contínuo; podem existir canteiros centrais e há restrição quanto ao estacionamento junto ao meio-fio.

- *Sistema arterial secundário* – inclui todas as vias arteriais não classificadas como primárias e atende aos percursos de viagens com extensões intermediárias. Dá maior ênfase ao acesso das propriedades, suplementa e intercepta o sistema arterial principal e distribui o tráfego por áreas de menor densidade urbana, por ter menor espaçamento entre as vias que integram este sistema. (MASCARÓ, 2003, p.70)⁵.

- *Sistema de vias coletoras* – tem a função de coletar o tráfego das ruas locais e canalizá-las às vias arteriais. Proporciona acesso às propriedades adjacentes; acomoda fluxos de tráfego local dentro das áreas residenciais, comerciais e industriais e atende trechos coletores/distribuidores de alguns itinerários de ônibus. Apresenta um tráfego de baixa velocidade, sendo permitido o estacionamento em ambos os lados da via; os cruzamentos podem ser controlados por sinais ou placas de parada obrigatória. (MASCARÓ, 2003, p.70)⁵.

Sistema viário local - composto por vias cuja principal finalidade é dar acesso às propriedades particulares, se for bem projetado, irá desestimular todo o tráfego de passagem pela falta de continuidade de seu traçado. (MASCARÓ, 2003, p.70)⁵. São caracterizadas por Mascaró⁶ (2002, p.24), como vias de pouco trânsito e alta sonoridade; para atividades residenciais; com limite de velocidade dos veículos; com largura suficiente para trânsitos de carros e bicicletas; a demanda por estacionamento não é intensa.

⁵ MASCARÓ, Juan Luis. *Loteamentos urbanos*.

⁶ MASCARÓ, Juan José. *Habitação popular para o planalto do Rio Grande do Sul*.

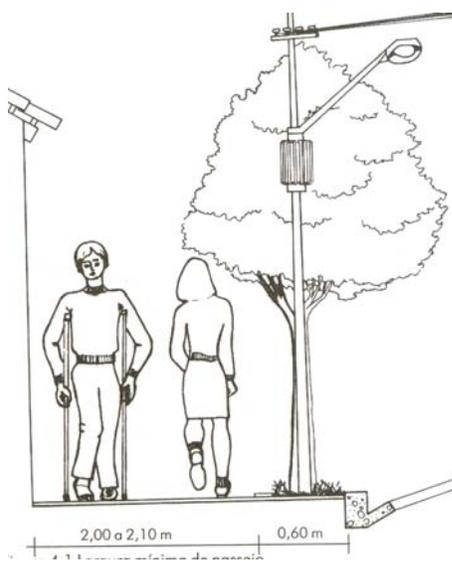
2.2.2 Passeios

Assim como as vias veiculares, as vias para pedestre também devem ser projetadas de modo de proporcionar um tráfego seguro e confortável. Os passeios devem levar em consideração o fluxo, a declividade, o mobiliário urbano, as redes de infra-estrutura urbana aéreas e subterrâneas, a arborização, o comércio informal de rua.

A largura mínima recomendada por Mascaró⁷ (2003) para os passeios é de 2,40m, dos quais, 1,20m são destinados a circulação de pedestres em duas direções; uma faixa de 0,60m é destinada ao mobiliário urbano de pequeno porte e 0,60m entre a faixa de circulação e a linha da edificação. Essa solução pode ser observada na Figura 1.

O mesmo autor observa que, quando os passeios são destinados também para deficientes físicos, devem ser acrescentados entre 0,20 e 0,30m na faixa de circulação.

As larguras consideradas como ideais para Mascaró⁷ (2003) são quando se pode prever um espaçamento de 1,00m para a faixa de mobiliário, arborização e posteação da rede aérea, 1,60m para a circulação de pedestres e entre 1,00 e 1,40m para a locomoção de redes subterrâneas de infra-estrutura de água e esgoto doméstico, totalizando 3,60 a 4,00m de largura (Figura 2).



Fonte: Mascaró, 2003.

Figura 1: Largura mínima dos passeios.



Fonte Mascaró, 2003.

Figura 2: Largura ideal dos passeios.

⁷ MASCARÓ, Juan Luis. *Loteamentos urbanos*.

2.2.3 Pavimentação urbana

O pavimento tem por finalidade distribuir os esforços verticais, horizontais e tangenciais e resistir ao desgaste, assim como proporcionar conforto e segurança aos usuários. São classificados conforme o tipo de tráfego, ou seja, pavimento muito leve, leve, médio, pesado e muito pesado:

- muito leve: até 3 veículos comerciais/dia;
- leve: até 50 veículos comerciais/dia;
- médio: de 51 a 400 veículos comerciais/dia;
- pesado: de 401 a 2000 veículos comerciais/dia;
- muito pesado: acima de 2001 veículos comerciais/dia.(MASCARÓ⁸, 2003).

É classificado segundo Augusto Jr., Giampaglia e Cunha (1992):

- o tipo de ligante empregado, ou seja, pavimentado de concreto asfáltico, de concreto, de cimento etc.;
- o tipo de processo construtivo utilizado, ou seja, quando as camadas forem preparadas em usina é denominado pavimento usinado ou pré-misturado; quando preparado na própria pista é denominado mistura na pista.

Os revestimentos a serem empregados podem ser dos tipos flexíveis (misturas betuminosas), semi-rígidos (revestimento por blocos) e rígidos (constituídos por concreto de cimento). Ainda seguindo Augusto Jr., Giampaglia e Cunha (1992, p. 4), alguns fatores são essenciais para o dimensionamento estrutural dos pavimentos; a finalidade irá determinar as espessuras das camadas, definir o tipo de pavimento, os materiais constituintes e a elaboração das especificações técnicas.

O levantamento de dados das condições locais é fator preponderante na escolha do tipo de pavimento a ser especificado. Esses dados referem-se aos equipamentos (máquinas)

⁸ MASCARÓ, Juan Luis. *Loteamentos urbanos*.

disponíveis na prefeitura, ao tipo de mão-de-obra existente e às preferências dos municípios.

A identificação do tipo de clima da região é importante na definição do tipo de pavimento a ser construído, da espessura das camadas e dos dispositivos de drenagem. Nesta fase são levantados os dados referentes ao índice pluviométrico da região.

Deve haver a indicação do tipo de tráfego que irá solicitar o pavimento. Para isso, é necessário determinar o volume de veículos, tipos de veículos, cargas máximas que irão transitar na via e a frequência das cargas. (AUGUSTO JÚNIOR; GIAMPAGLIA, 1992).

2.2.4 Drenagem urbana

No Brasil, dentre todos os sistemas de infra-estrutura urbana, historicamente, o funcionamento do sistema de drenagem tem afetado parte considerável dos municípios, principalmente os que tiveram aumento considerável em sua área urbana, fruto da inversão que houve no quadro populacional brasileiro nas últimas décadas, com elevado incremento da população urbana.

No processo de assentamento dos agrupamentos populacionais, o sistema de drenagem pluvial urbana sobressai-se como um dos problemas causados pela urbanização, tanto em razão das dificuldades de esgotamento das águas pluviais como da interferência nos demais sistemas de infra-estrutura (AUGUSTO JR , *et al*, 1992).

Com o aumento no índice de impermeabilização do solo em áreas urbanizadas, a ausência ou ineficiência das tubulações implantadas, a desordenada ocupação de áreas sujeitas à inundação e de fundos de vale, onde em muitos casos os cursos d'água foram desconsiderados, ocorrem problemas de inundações.

Como as cidades sempre foram produto de decisões isoladas, segundo Cordeiro e Vaz Filho (2002), com o que a ausência de planejamento é notória, os sistemas de drenagem urbana ganham importância ainda maior, pois, se houvesse planejamento integrado, com a busca de soluções não convencionais, certamente se teria redução substancial na utilização de canalizações e se conseguiriam sistemas de menor custo de implantação e maior eficiência. Assim, como a falta de planejamento na área urbana é intensa no país, torna-se

fundamental a existência de redes de drenagem urbana que funcionem de maneira eficiente, garantindo o escoamento das massas líquidas, a segurança e o bem-estar da população.

Entre os problemas causados pela falta de redes de drenagem eficientes, podem-se citar os relacionados à saúde da população, pois as inundações, além de colocarem em risco diretamente a vida de pessoas, trazem consigo o risco das doenças de veiculação hídrica e o problema das perdas econômicas, seja com a inundação de casas, seja com as horas paradas no trânsito. Portanto, a falta de atenção à drenagem urbana pode afetar diretamente a qualidade de vida das populações e representar uma ameaça para a saúde humana (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE, 2004).

Um dos responsáveis por esses prejuízos são as bocas-de-lobo, dispositivos destinados a captar as águas que escoam pelas vias públicas, os quais apresentam problemas em virtude de falhas de projeto, de erros de construção e ineficiente manutenção. O perfeito acabamento da interface pavimento - boca-de-lobo, a existência de cadastro confiável das redes de água, esgoto e sistemas de drenagem, o serviço de limpeza pública adequado, a pavimentação das vias públicas, a vontade política de buscar soluções são alguns dos fatores fundamentais para se ter a solução do problema. (CORDEIRO; VAZ FILHO, 2002).

Portanto, pode-se dizer que os problemas que afetam as redes de drenagem urbana só serão minimizados quando houver o seu gerenciamento adequado, o que permitirá melhor utilização do dinheiro público e menores prejuízos.

Além dos aspectos apontados anteriormente, ainda há os que se referem à construção e manutenção das redes de microdrenagem urbana, que não apresentam soluções satisfatórias. Tais problemas se devem à escassez de pesquisas científicas e tecnológicas sobre o tema, uma vez que as pesquisas desenvolvidas na área normalmente abrangem a elaboração de modelos hidrológicos. (CORDEIRO; VAZ FILHO, 2002).

A drenagem é o fator importante de uma pavimentação, pois consiste na penetração da água nas camadas inferiores de um pavimento que acelera sua degradação. O projeto de um pavimento, além de conter o dimensionamento estrutural e geométrico, bem como as especificações técnicas, deverá contemplar o sistema de drenagem a ser implantado. (AUGUSTO JR. et al., 1992).

A drenagem deverá captar as águas pluviais que escoam sobre a superfície do pavimento, a água que penetra nas suas camadas inferiores ou a água proveniente de lençol freático (AUGUSTO JR. et al., 1992).

Numa pavimentação é importante que o nível d'água esteja abaixo de 1,5 m da superfície do pavimento. Assim, na pavimentação urbana, a drenagem superficial é de importância fundamental para o desempenho de um pavimento, pois as camadas que o constituem encontram-se normalmente confinadas pelas sarjetas, o que dificulta a saída da água que penetra, através do revestimento, pelas laterais do pavimento (AUGUSTO JR., et al. 1992, p. 14).

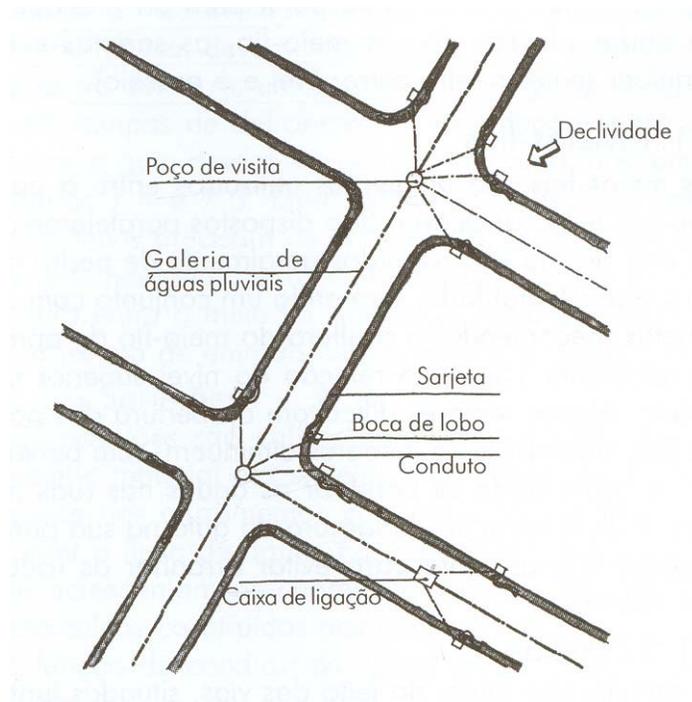
Descrição do sistema convencional

O sistema de drenagem de águas pluviais nas cidades do Terceiro Mundo, segundo Mascaro e Yoshinaga⁹ (2005), é constituído basicamente de três partes:

- a) vias pavimentadas, incluindo os meios fios e sarjetas;
- b) rede de tubulações e seus sistemas de captação;
- c) áreas deliberadamente alagáveis.

As ruas pavimentadas permitem a condução da água, porém metade destas não possuem sistema de drenagem ou estão subdimensionadas na grande maioria das cidades brasileiras. (MASCARÓ, YOSHINAGA, 2005)⁹. Na Figura 3 podem ser observados os componentes do sistema de drenagem de águas pluviais convencional.

⁹ MASCARÓ, Juan Luis; YOSHINAGA, Mário. *Infra-estrutura urbana*



Fonte: Mascaró, 2005.

Figura 3: Elementos básicos do sistema de drenagem pluvial.

Os principais elementos que fazem parte da microdrenagem urbana são:

- pavimentação das vias públicas;
- meio-fios;
- sarjetas;
- bocas-de-lobo;
- poços de visita;
- galerias;
- condutos forçados;
- estações de bombeamento;
- sarjetões.

Definição dos elementos que serão analisados

- *Meio-fios*: são constituídos de blocos de concreto ou de pedra, situados entre o leito carroçável e o passeio, com sua face superior nivelada com o passeio, formando uma faixa paralela ao eixo da rua.
- *Sarjetas*: são as faixas formadas pelo limite da via com os meio-fios, formando uma calha que coleta as águas pluviais oriundas da rua.
- *Bocas-de-lobo*: são dispositivos de captação das águas das sarjetas.

As vias públicas são elementos importantes da drenagem urbana porque recebem diretamente parte das precipitações. Para se obter um bom funcionamento da rede de drenagem, os meio-fios também têm sua importância no contexto, pois encaminham a água através da sarjeta até a boca-de-lobo.

Bocas-de-lobo

Normalmente, as bocas-de-lobo são localizadas perto dos cruzamentos nas vias a montante da faixa de pedestres, ou em pontos intermediários. O espaçamento entre as bocas-de-lobo depende das condições locais, da declividade da via e da intensidade das chuvas. Geralmente um par de bocas-de-lobo atende 300 a 800 m² de via, o que, para dimensões usuais de quadras, representa um espaçamento de 40 a 100 m entre duas bocas-de-lobo consecutivas, o que deve se repetir no outro lado da via (MASCARÓ, 2003)¹⁰.

Outro fator que interfere no espaçamento, para Mascaró¹⁰ (2003), é a importância da via para pedestres e veículos, pois, quanto mais espaçada a distância entre as bocas-de-lobo, maior o alagamento das vias em dias de chuva, dificultando o deslocamento de pedestres e veículos.

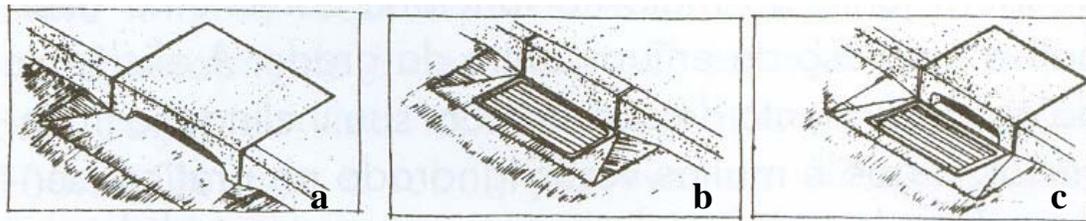
Existem três tipos de bocas-de-lobo:

- *Sistema de captação lateral* – deve ser localizado em depressão não superior a 15 cm. A capacidade deste tipo de boca-de-lobo é inversamente proporcional à

¹⁰ MASCARÓ, Juan Luis. *Loteamentos urbanos*.

declividade da via e diretamente proporcional à lâmina de água e ao comprimento da boca-de-lobo (Figura 4 a);

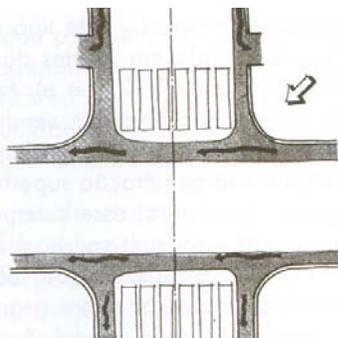
- *sistema de captação vertical* – construído em grade de ferro ou concreto armado, seu bom funcionamento depende da limpeza das ruas para evitar a obstrução da boca-de-lobo. A capacidade de escoamento deste tipo de boca-de-lobo depende da área de abertura e da altura da lâmina de água sobre a grade (Figura 4 b);
- *sistema de captação combinado vertical e horizontal* – é o tipo mais eficiente, pois a abertura junto ao meio-fio funciona como uma alternativa em caso de obstrução da grade (Figura 4 c).



Fonte: Mascaró, 2003.

Figura 4: Tipos de bocas-de-lobo.

As localizações das bocas-de-lobo são essenciais para o bom funcionamento do sistema de drenagem. Para evitar que ocorram alagamentos junto a faixas de pedestres podem-se localizar as bocas-de-lobo a montante. A Figura 5 representa esquematicamente este modelo.



Fonte: Mascaró, 2003.

Figura 5: Localização adequada das bocas-de-lobo.

O dimensionamento das bocas-de-lobo é padronizado e, quando não são suficientes, são colocadas duplas ou triplas.

2.3 Rede elétrica

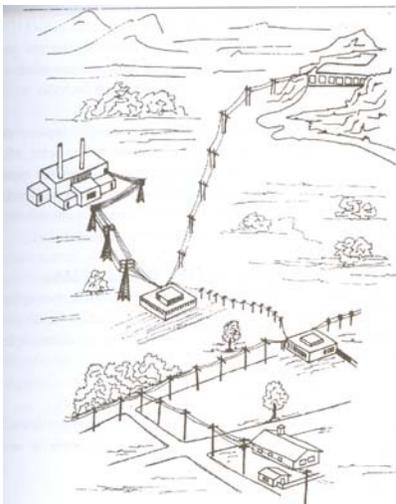
A energia elétrica, segundo Zmitrowicz e Angelis Neto (apud MASCARÓ, 1991), surgiu no final do século XIX, primeiro para iluminar o centro da cidade e, logo depois, para substituir os cavalos que puxavam os bondes. A rede de energia elétrica exerceu papel importante nos últimos anos nas áreas que dispõem de seu fornecimento. A energia elétrica possui grande versatilidade e encontra-se, em relação aos traçados de linhas, muito adaptado ao urbanismo “espalhado.”(MASCARÓ, 2002, p. 51)¹¹.

O sistema elétrico de fornecimento de energia é composto de um conjunto de elementos interligados que se encarregam de captar a energia primária, convertê-la em elétrica, transportá-la aos centros consumidores e distribuí-la neles, onde é consumida por usuários residenciais, comerciais, indústrias, serviços públicos etc. (MASCARÓ; YOSHINAGA, 2005, P. 132)¹².

A energia primária transforma-se em energia elétrica nas cidades onde existam usinas hidroelétricas, no caso das cidades de Passo Fundo, RS, e Lages, SC. O transporte de energia diferencia-se entre as tensões e quantidades de energia que cada um dos seus elementos básicos transportam. Os elementos básicos responsáveis pelo transporte são chamados de linhas de alta, média e baixa tensão, formados por as linhas aéreas ou cabos, subterrâneos ou submarinos.

¹¹ MASCARÓ, Juan José. *Habitação popular para o planalto do Rio Grande do Sul*.

¹² MASCARÓ, Juan Luis; YOSHINAGA, Mário. *Infra-estrutura urbana*.



Fonte: Mascaró; Yoshinaga, 2005.

Figura 6: Esquema geral do sistema de fornecimento de energia elétrica.

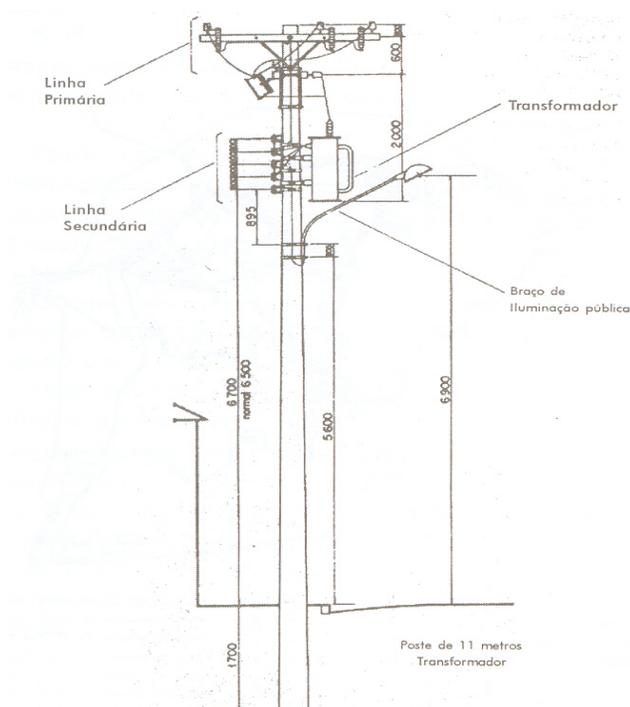
Posicionamento das linhas de transmissão: as linhas aéreas são mais econômicas independentemente do comprimento ou da tensão. As subterrâneas só são recomendáveis quando a poluição visual é levada em consideração e pelo perigo que linhas de alta tensão passam a representar em áreas densamente povoadas.

O sistema de distribuição possui duas partes fundamentais: uma rede primária e uma rede secundária que alimenta realmente os usuários e se abastece pela primeira. A rede primária tem tensão de 1.000 a 13.000V e a secundária, de 110/220V a 220/380V; entre as duas redes existe um conjunto de estações transformadoras.

Quando existe arborização nos passeios, a presença das redes aéreas pode causar conflito entre esses dois componentes do sistema urbano. Além da falta de estética, existe a possibilidade de interferência da arborização na rede elétrica, provocando curtos-circuitos por ocasião de ventos e tempestades. Os mesmos problemas podem ocorrer com as outras redes subterrâneas, pois pode haver conflito com as raízes das árvores (MASCARÓ; YOSHINAGA, 2005). Esses problemas poderiam ser minimizados com um estudo prévio por engenheiros projetistas das redes e urbanistas, escolhendo de forma adequada a arborização a implantar ou o tipo de rede elétrica adequado, evitando o conflito da iluminação pública e a copa das árvores.

Posteação

A posteação é normalmente utilizada para sustentação aérea e é de concreto tubular ou madeira, empregando-se em geral, postes de 9 m de comprimento para redes secundárias e de 11 m para primárias. A resistência dos postes deve ser tal que sejam capazes de suportar os esforços provocados na rede, inclusive quando ocorrerem fortes ventos. Na Figura 7 é apresentado esquematicamente um poste destinado à iluminação pública com alta e baixa tensão e com suporte para transformador.



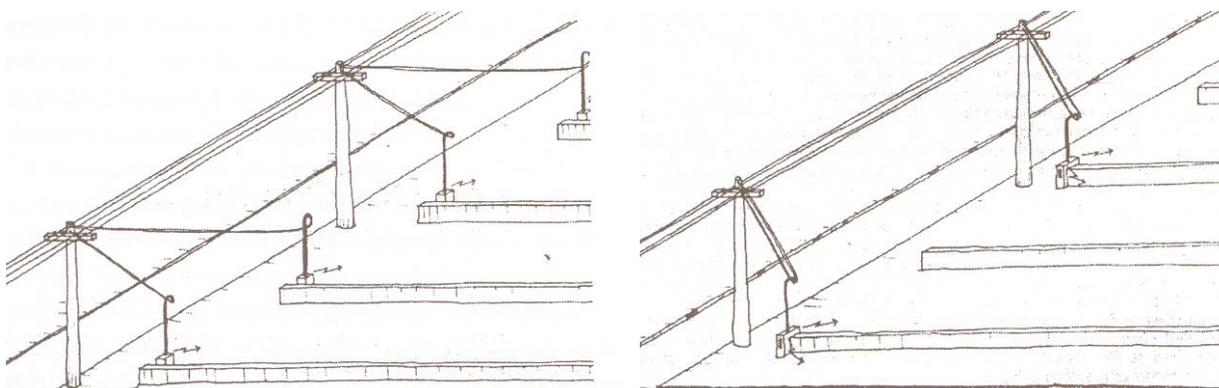
Fonte: Mascaró; Yoshinaga, 2005.

Figura 7: Poste com iluminação pública e suporte do transformador.

O diâmetro dos postes costuma ser entre 25 e 30 cm, e as distâncias médias entre postes consecutivos variam entre 30 e 45 m, devendo, sempre que possível, haver vãos maiores para diminuir os custos (MASCARÓ; YOSHINAGA, 2005).

Ligações prediais

A finalidade da ligação predial é estabelecer comunicação entre a rede de distribuição e a instalação elétrica das edificações. Uma alternativa de reduzir custos é unir as ligações prediais duas a duas, como no exemplo da Figura 8.



Fonte: Mascaró; Yoshinaga, 2005.

Figura 8: Ligações prediais racionais.

O sistema de transmissão de energia elétrica do estado, segundo dados do Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (2005), faz parte do sistema interligado brasileiro, estando também conectado ao sistema argentino e uruguaio por meio das estações conversoras de frequência alternada 50-60Hz de Garabí e Uruguaiana e de Rivera - Santana do Livramento. A operação da rede básica de transmissão de energia elétrica no Rio Grande do Sul é realizada na sua maior parte pela Companhia Estadual de Energia Elétrica - CEEE e conta com 39 subestações com potência instalada de 5.850,76 MVA.

A empresa mantém também as instalações de conexão interligadas às usinas geradoras do estado e às de fora deste aos pontos de suprimento e centros de consumo atendidos pelas concessionárias de distribuição. As instalações de conexão que complementam o sistema da rede básica são compostas por 11 subestações, com uma potência instalada de 613,61MVA.

A partir de 1997, a distribuição de energia no estado do Rio Grande do Sul passou a ser feita por três grandes concessionárias em três áreas: Norte-Nordeste (RGE); Sul-Sudeste (CEEE) e Centro-Oeste (AES SUL). Alguns municípios, no entanto, contam com serviços

prestados por cooperativas de eletrificação e pequenas concessionárias independentes. O setor elétrico do Rio Grande do Sul é composto atualmente por duas empresas de geração de energia: a Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica (CGTEE) e Centrais Geradoras do Sul do Brasil S.A (GERASUL). O sistema conta também com oito concessionárias e dezesseis permissionárias de distribuição (cooperativas regionais ou locais de eletrificação).

2.3.1 Redes de distribuição de energia elétrica

Existem vários tipos de redes de distribuição de energia elétrica, que muitas vezes se encontram em circuitos mistos, alternando combinações de média e alta tensão, variando conforme a concessionária, necessidades e condições locais. Segundo Velasco (2005), pode ser generalizada a classificação em quatro tipos básicos: rede de distribuição aérea convencional (RDA), rede de distribuição aérea compacta (RDP), também chamada de “rede protegida”, rede de distribuição aérea isolada (RDI) e rede de distribuição subterrânea (RDS).

Rede de distribuição aérea convencional (RDA)

É composta basicamente por postes de concreto ou madeira, cruzetas, isoladores, pára-raios, braço de iluminação pública, condutores, transformadores de 15 kV, bancos capacitadores, chaves contra circuito, chaves a óleo (equipamentos destinados a estabelecer, conduzir e interromper circuitos elétricos), ponto telecontrole remoto (PTR'S) e rede (fiação) de cobre ou alumínio. A fiação pode ser dividida em primária de 11,9 kV e 13,8 kV, chamadas de “classe 15 kV”, ou secundária, de 220 e 127 V.

Este sistema encontra-se defasado e foi desenvolvido há mais de meio século, propiciando um baixo nível de confiabilidade à rede elétrica. Em virtude de os condutores não serem isolados, sua convivência no meio onde exista arborização é difícil, pois o simples contato de um galho com o condutor nu pode provocar o desligamento da rede. A proximidade da rede aérea com marquises, sacadas, painéis, andaimes facilita o contato acidental de pessoas com os condutores, podendo ocasionar descargas elétricas, causadoras de acidentes graves ou até mesmo fatais.

Segundo a Revista da empresa Pirelli (2000), em razão de os cabos ficarem expostos as intervenções para consertos são frequentes. Os danos são causados por acidentes com veículos que atingem os postes, raios, chuvas, fontes de contaminação ambiental causados por poluição e salinidade, pássaros e ventos. O autor, afirma que, se, por um lado, o custo de instalação das redes aéreas é menor, possuem um custo de manutenção e operação elevado, além de serem menos seguras e constantemente danificadas por ações ambientais.

Conforme Castro (apud Velasco, 2000), as redes elétricas condutores nus, disputando o mesmo espaço aéreo com as árvores, podem causar prejuízos a todos os setores da sociedade, tais como:

- curtos-circuitos na baixa e média tensão;
- queimas de transformadores, por causa da constante ocorrência de curtos;
- afrouxamento de conexões que ligam condutores com os demais componentes da rede;
- desligamento da rede;
- queima de aparelhos domésticos e equipamentos industriais;
- prejuízos à indústria e ao comércio pela falta de energia;
- transtornos em hospitais e estabelecimentos de utilidade pública;
- perdas de faturamento;
- gastos acentuados com manutenção e podas emergenciais e coletivas.

Rede de distribuição aérea compacta (RDP)

Conforme Sardeto (apud Velasco, 2000), as primeiras redes compactas ocorreram no estado de Minas Gerais, realizadas pela Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) em 1991. A Companhia Paranaense de Energia (COPEL) em 1992, iniciou estudos na área, sendo, em 1994, instaladas as primeiras redes compactas de energia no estado. Atualmente, a cidade de Maringá possui 100% das redes urbanas no sistema compacto.

O mesmo autor relata que a rede compacta ou rede protegida é um sistema de distribuição de energia elétrica aérea, no qual a rede secundária é toda isolada, utilizando

cabos multiplexados, e a rede primária é constituída de três condutores cobertos por uma camada de polietileno reticulado – XLPE (composto extrudado de polietileno termofixo), sustentados por um cabo mensageiro de aço (com 9,5 mm de diâmetro e alta resistência), o qual, por sua vez, sustenta espaçadores de plástico (polietileno de alta densidade – HDPE, dotados de anéis ou laços poliméricos, para amarração dos condutores e do mensageiro). Esses espaçadores são instalados em intervalos de 8 a 10 metros, apoiando os condutores, que ficam dispostos num arranjo triangular compacto. Esses cabos são apenas “encapados”, não podendo ser considerados “isolados eletricamente” por não terem seu campo elétrico confinado. O cabo mensageiro de sustentação é fixado nos poste, por meio de uma ferragem metálica, chamado braço suporte tipo “L”.

Além dos materiais já mencionados, também são utilizados isoladores de pino e ancoragem, feitos em material polimérico, com o objetivo de promover o isolamento elétrico dos condutores da rede em conjunto com espaçadores, braços suportes (ferragens para a sustentação da rede) e alguns equipamentos de última geração, como pára-raios de óxido de zinco para proteção contra descargas atmosféricas, chaves blindadas e isoladas a gás para seccionamento e manobra de rede e transformadores autoprotetidos, com proteção interna contra curto-circuito.

Velasco (2003), afirma que esse tipo de rede oferece maior confiabilidade e qualidade no fornecimento de energia, pois reduz em até três vezes a duração das interrupções. É mais segura para o público e convive de forma harmoniosa com as árvores quando comparada às redes convencionais nuas.

A Companhia Energética de Minas Gerais aponta as principais vantagens da rede aérea protegida, quando comparada com a rede área convencional:

- redução dramática na taxa de falhas, com conseqüente redução de intervenções na rede;
- redução substancial no DEC (duração equivalente de falhas);
- redução substancial no FEC (frequência equivalente de interrupções);
- redução das manutenções das redes;
- aumento da segurança para eletricitistas e público em geral;
- redução do nível de podas em árvores, em frequência e intensidade;

- melhoria da imagem da empresa, refletindo no relacionamento com as prefeituras, entidades de proteção/defesa ambiental e com consumidores de uma forma geral.

Rede de distribuição aérea isolada (RDI)

Segundo Benis (apud Velasco, 2000), nesta rede são utilizados três condutores isolados, blindados, traçados e reunidos em torno de um cabo mensageiro de sustentação. Assim, para compor as redes isoladas são necessários condutores – cabos de alumínio, isolados para 15 kV, com camadas semicondutoras que confinam o campo elétrico em seu interior, acessórios desconectáveis, peças moldadas em borracha EPDM, utilizada em todas as conexões e derivações da rede e terminações, peças moldadas em bases poliméricas para promover a transmissão entre os condutores isolados e os condutores das redes nuas ou protegidas.

Rede de distribuição subterrânea (RDS)

A rede de distribuição subterrânea é a mais complexa, variando a sua distribuição entre regiões. É considerada mais segura, possui boa durabilidade e pode-se obter uma substancial redução de custos de manutenção.

Segundo a Revista da empresa Pirelle (2001), as redes subterrâneas de distribuição de energia de média tensão utilizadas pela Light - Companhia Energética do Rio de Janeiro, podem ser divididas em dois tipos distintos: radial e reticulado.

Sistema radial

Como recurso, é considerado mais simples e oferece grande confiabilidade na operação. Trata-se de uma configuração de rede primária em que os transformadores são derivados de alimentadores dispostos em anel, por meio de chaves a gás.

Sistema reticulado

Também chamado de *Network*, é mais sofisticado e possui ótimos recursos para a administração e o controle do fornecimento de energia; é formado por oito cabos alimentadores de média tensão, interligados a uma grande malha de baixa tensão, e utiliza transformadores de 500 KVA. Neste sistema, mesmo que dois cabos alimentadores, alguns transformadores ou até trechos da malha de baixa tensão sejam danificados, não haverá a interrupção do fornecimento de energia, pois a rede reticulada possui diversos pontos alimentadores para servir os seus consumidores. O sistema segue o mesmo conceito das redes instaladas nas grandes cidades norte-americanas. Na cidade do Rio de Janeiro estão em operação mais de quarenta redes subterrâneas reticuladas, que foram instaladas de forma pioneira pela Light no Brasil na década de 1930. Foi um grande avanço tecnológico para a época, uma vez que esse conceito tinha surgido nos Estados Unidos somente na década de 20.

As redes reticuladas representam 30% do total de instalações subterrâneas da Light, ao passo que os sistemas radiais cobrem os restantes 70% delas.

2.3.2 Iluminação Pública no Brasil

A iluminação pública é um serviço essencial tanto para zonas centrais como para áreas periféricas dos municípios, pois contribui para a segurança da população e para o tráfego de veículos. A iluminação pública é fundamental à qualidade de vida nos centros urbanos, atuando como instrumento de cidadania ao permitir aos habitantes desfrutarem, plenamente, o espaço público no período noturno. É importante também para a imagem da cidade, favorecendo o lazer da população, além de facilitar a hierarquia viária e orientar percursos.

A melhoria da qualidade dos sistemas de iluminação pública traduz-se em melhora da imagem da cidade, favorecendo o turismo, o comércio e o lazer noturno, ampliando a cultura do uso eficiente e racional da energia elétrica e contribuindo, assim, para o desenvolvimento social e econômico da população.

A iluminação pública no Brasil corresponde a aproximadamente 7% da demanda nacional e a 3,3% do consumo total de energia elétrica do país (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2006). A partir da crise de energia do ano de 2001, segundo a Bandeirante, a necessidade de implementação do Programa Nacional de Iluminação Pública Eficiente - ReLuz tornou-se ainda mais evidente, tendo em vista a sua principal característica: redução de demanda no horário de ponta do sistema elétrico -19 h às 21 h – em virtude da modernização das redes de iluminação pública.

Há aproximadamente 14,5 milhões de pontos de iluminação pública instalados. Segundo o último levantamento cadastral realizado pela Procel/Eletrobras junto às distribuidoras de energia elétrica, 47% desses pontos localizam-se na região Sudeste; 20%, no Nordeste; 19%, no Sul; 9%, no Centro-Oeste; e 5%, na região Norte (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2006).

Do ponto de vista constitucional, a prestação dos serviços públicos de interesse local - nos quais se insere a iluminação pública - *é de competência dos municípios*. Por se tratar, também, de um serviço que requer o fornecimento de energia elétrica, está submetido, neste particular, à legislação federal. As condições de fornecimento de energia destinada à iluminação pública, assim como ao fornecimento geral de energia elétrica, são regulamentadas especificamente pela resolução Aneel nº 456/2000 (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2006).

A resolução Aneel nº 456/2000 estabelece que, mediante contrato ou convênio, o concessionário poderá efetuar os serviços de iluminação pública, ficando o poder público municipal responsável pelas despesas decorrentes. Entretanto, quando o ponto de entrega da energia se dá no bulbo da lâmpada, os serviços de operação e manutenção, inclusive seus custos, são de responsabilidade da concessionária. A Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) é, atualmente, o órgão regulador e fiscalizador dos serviços de energia elétrica no Brasil, em substituição ao Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE). (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2006).

2.3.3 Iluminação de áreas residenciais e de pedestres

A iluminação pública deve ter o intuito de facilitar a orientação dos pedestres, a visibilidade de pessoas que transitam no sentido contrário; de detectar os possíveis obstáculos na superfície do passeio; de identificar o nome de edifícios, ruas e placas, principalmente de sinalização. Para o motorista é importante visualizar a calçada através do pára-brisa do veículo, ver outros veículos, pessoas ou obstáculos com suficiente contraste para realizar a manobra que a situação demande. Durante a noite é importante o efeito das luzes provenientes de artefatos de iluminação pública, de veículos ou de destaque em edifícios e monumentos, pois acrescentam maior dificuldade para detectar possíveis obstáculos (MASCARÓ, 2006)¹³.

As recomendações para iluminação de caminhos públicos para pedestres devem ser projetadas para facilitar a movimentação e reconhecimento durante a noite. Existem três pontos principais de diferenças entre motoristas e pedestres:

- a) *adaptação visual* - os pedestres deslocam-se relativamente mais lentos que os veículos automotores, o que significa que o olho tem mais tempo para se adaptar às mudanças na iluminância e suas variações; portanto, a adaptação é menos crítica que no caso do trânsito mais veloz;
- b) *iluminância* - comparando com os motoristas, que, além da iluminação da via, possuem os faróis dos automóveis para auxiliá-los, os pedestres têm somente a iluminação pública para ajudá-los; portanto, o valor mínimo desta iluminação é de grande importância;
- c) *segurança* - o pedestre deverá se sentir mais seguro e protegido em seus arredores, de maneira que a iluminação deverá permitir o reconhecimento facial dos demais indivíduos que estão em suas proximidades. Neste aspecto a iluminação pode inibir a ação de criminosos.

¹³ MASCARÓ, Lucia (org). *A iluminação do espaço urbano*.

A norma NBR5101 da ABNT determina os níveis adequados para possibilitar o reconhecimento facial, a partir de uma distância que torne possível uma atitude de defesa numa situação de perigo como mostra o Quadro 1.

Iluminância	Observações
0,2 lux	Mínimo para movimentação com segurança: identificação de obstáculos.
5 lux	Média para reconhecimento facial “seguro”.
20 lux	Iluminação atrativa.

Fonte: NBR 5101 Iluminação Pública.

Quadro 1 - Iluminâncias horizontais recomendadas para áreas residenciais e de pedestres.

Iluminar praças, parques, jardins, praias, prédios públicos e monumentos é destacar, com o auxílio da luz, os contornos, as formas, as texturas, as cores, e revelar uma nova atmosfera, atraindo a atenção dos pedestres e permitindo as atividades de lazer. Para produzir um bom resultado deve ser escolhido um sistema de iluminação que leve em consideração as variáveis do ambiente, o efeito decorativo ou funcional desejado nos locais, associado à facilidade de manutenção e aos possíveis atos de vandalismo.

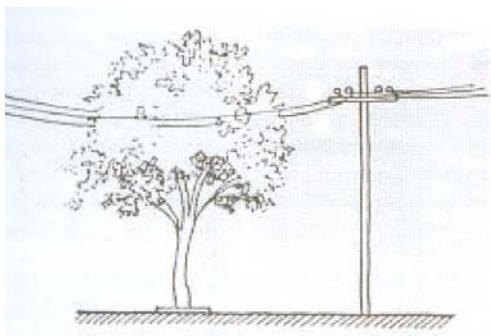
A Empresa Mercolux indica os tipos de lâmpadas encontradas no mercado para iluminação pública:

- *vapor de sódio* - são as lâmpadas eficientes utilizadas em iluminação de jardins; possuem eficiência luminosa de 80 a 125 lm/W e seu espectro amarelado não atrai insetos, que têm dificuldade de enxergar os tons amarelos;
- *vapor metálico* - em termos de eficiência luminosa, somente fica abaixo da vapor de sódio, ou seja, em torno de 75 a 80 lm/W, possuindo luz branca brilhante ou até branca morna (4000K e 3000K, respectivamente).
- *refletoras halógenas* (tipo PAR) - oferecem a praticidade de bocais de rosca E-27, podendo operar em 127V ou 220V em modelos distintos; oferecem luz projetada

pelo seu refletor interno, dispensam o uso de luminárias mais onerosas e têm opções distintas de ângulos de foco dos objetos a iluminar.

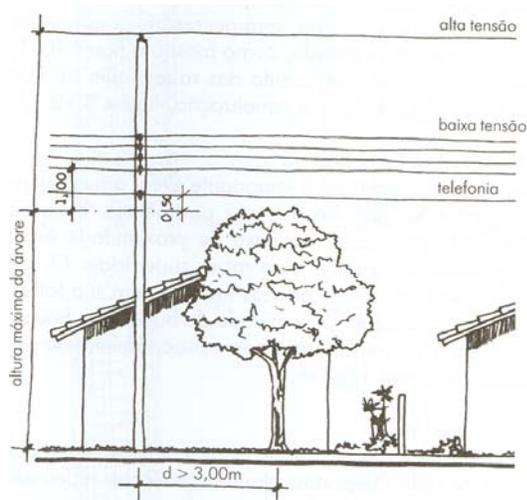
2.3.4 Rede Elétrica x Rede Arbórea

Com o propósito de evitar problemas com a rede elétrica, o planejamento da arborização adequada deve escolher, além de espécie e porte adequados a cada situação, a correta localização, como pode ser visualizado nas Figuras 9 e 10.



Fonte: Mascaró, 2003.

Figura 9: Árvore interferindo na rede elétrica.



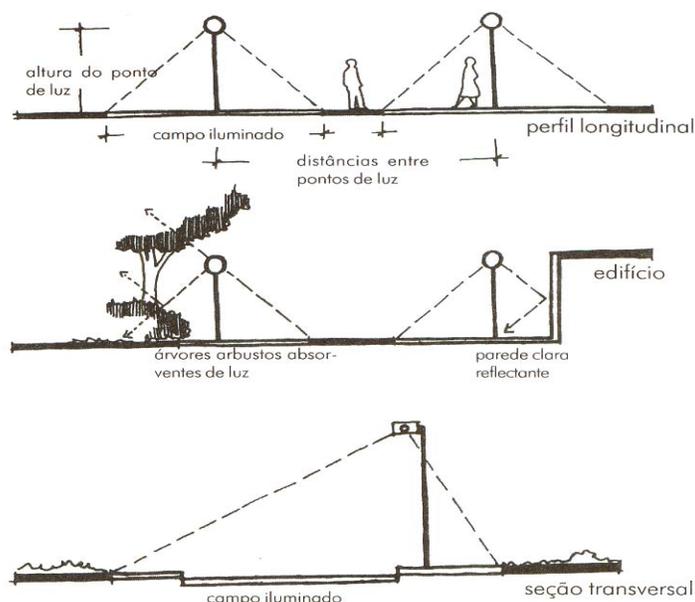
Fonte: Mascaró, 2003.

Figura 10: Distâncias mínimas recomendadas entre rede aéreas e as árvores.

As empresas de energia elétrica indicam que sob os fios elétricos devem ser plantadas árvores de pequeno porte, e no lado sem fiação, plantadas espécies maiores. É indicado o uso do espaçamento de 7m a 10m para árvores de pequeno porte e 10m a 15m; para árvores grandes, deve obedecer a uma distância de 1m do meio fio e 5m das edificações.

A iluminação pública não pode competir com a vegetação. A existência da iluminação artificial é fundamental para os espaços públicos. Segundo Mascaró¹⁴ (2003), a sua inexistência ou ineficiência limita seu uso no período da noite, dificultando a orientação e causando insegurança.

Existe uma grande contradição na iluminação pública moderna, pois esta deve iluminar principalmente os passeios, porém os eixos carroçáveis são os mais iluminados. Os passeios onde a iluminação é mais importante, geralmente são os locais menos iluminados, uma das causas é a existência da arborização, causadora de ilhas de sombra quando mal posicionadas. Algumas soluções são apresentadas por Mascaró (2003) na Figura 11 onde se observa que a arborização não deve influenciar os raios luminosos e que a localização e a altura das luminárias também são fatores determinantes.



Fonte: Mascaró, 2003.

Figura 11: Solução para a iluminação dos passeios.

A arborização não deve competir com a iluminação pública nem pode interferir na fiação elétrica. Para evitar que isso venha a acontecer, devem ser observados alguns critérios descritos no *Manual de arborização e poda da RGE* (1999):

¹⁴ MASCARÓ, Juan Luis. *Loteamentos urbanos*.

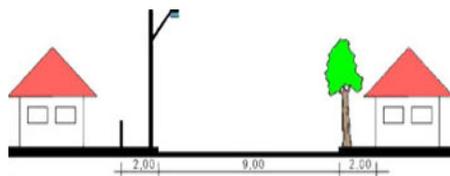
Ruas e passeios estreitos

- Não se deve arborizar.
- Se houver afastamento entre a construção e o passeio, plantar dentro do lote, com autorização do proprietário.
- Escolher sempre as espécies de pequeno porte.



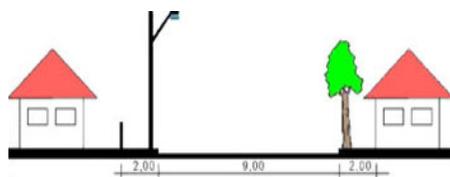
Ruas estreitas com passeios largos

- Plantar apenas do lado onde não houver fios.
- Plantar espécies de porte médio.



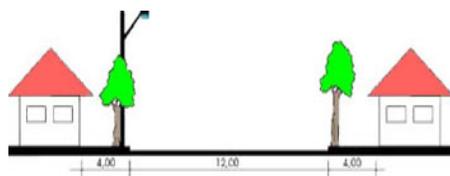
Passeios estreitos e ruas largas

- Plantar apenas do lado onde não houver fios, a 50 cm fora do passeio.
- Plantar espécies de pequeno porte.



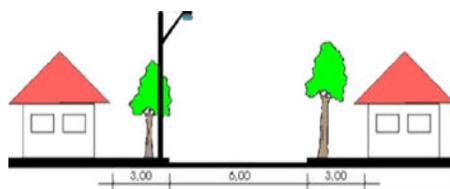
Passeios largos e ruas largas

- No lado sem fios, plantar espécies de grande porte.
- No lado com fios, plantar espécies de pequeno porte.



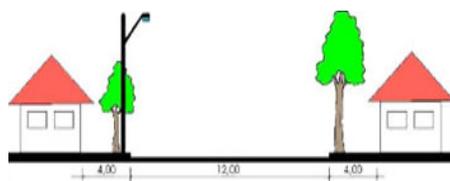
Passeios médios, ruas estreitas

- No lado com fios plantar espécies de porte médio.
- No lado sem fios plantar espécies de porte médio ou grande.



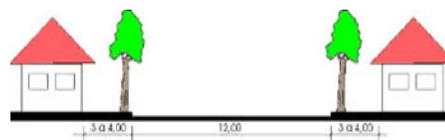
Passeios largos , ruas largas e fiação subterrânea

- No lado sem postes de iluminação, plantar espécies de grande porte.
- No lado com postes de iluminação, plantar espécies de médio porte.



Passeios largos, ruas largas sem fiação

- Plantar espécies de grande porte nos dois lado.



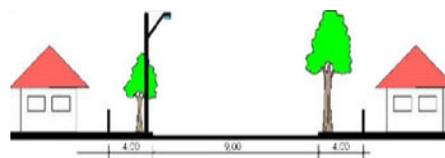
Passeios largos, ruas largas com fiação elétrica

- No lado com fios, plantar espécies de porte médio.
- No lado sem fios, plantar espécies de grande porte.



Passeios largos ruas largas com recuo nos dois lados e fiação elétrica

- No lado com fios, plantar espécies de pequeno porte.
- No lado sem fios, plantar espécies de grande porte.



A Tabela 1 apresenta alguns dos parâmetros indicados para a localização e implantação da arborização em passeios indicados pela RGE (1999).

Tabela 1 - Parâmetros para implantação de arborização em passeios.

Largura (m)	Recuo de jardim	Rede aérea	Espécie (porte)
Menor ou igual a 2,00	.	.	Não arborizar
2,10 - 3,00	sem	sem	pequeno
2,10 - 3,00	sem	com	pequeno
2,10 - 3,00	com	sem	pequeno e médio
2,10 - 3,00	com	com	pequeno
3,00 - 4,00	sem	sem	pequeno e médio
3,00 - 4,00	sem	com	pequeno
4,00	sem	sem	médio e grande
4,00	sem	com	pequeno
4,00	com	sem	pequeno, médio e grande
4,00	com	com	pequeno e médio

Fonte: Manual de arborização e poda da Rio Grande Energia- RGE (1999).

2.4 Rede Arbórea

A árvore é a forma vegetal mais característica na paisagem urbana, a qual tem se incorporado em estreita relação com a arquitetura ao longo da história. Considerada hoje mais na sua condição de ser vivo do que de objeto de uma composição arquitetônica, contribui para uma boa ambiência urbana. “Protege o recinto urbano da insolação indesejada, reduzindo o consumo de energia ao longo do período quente da região subtropical, cria um efeito de filtragem dinâmica. Isoladas ou em grupo formam barreiras e canais” (MASCARO, 1996, p.67)¹⁵.

A arborização pode gerar um valor sentimental, cultural ou histórico. Alguns desses são valores subjetivos, difíceis, portanto, de quantificar. A maioria das pessoas considera o fator estético como o principal na arborização urbana, em virtude da aparência das árvores ser direta e imediatamente. Neste item serão exemplificados os benefícios e a importância da arborização bem planejada.

As alterações que as árvores sofrem em função das estações do ano fazem com que estas se apresentem ora com flores, ora com folhas ou sem folhas. Essas modificações são importantes pela renovação da paisagem urbana. Elementos como textura, estrutura, forma e cor, inerentes às árvores, alteram o aspecto da cidade, quebrando a monotonia e a frieza típica das construções.

Grande parte das pessoas considera o fator estético como principal fator de importância da arborização urbana, por ser o mais perceptível, ao contrário dos demais benefícios. As árvores podem interferir em microclimas e reduzir a poluição, os ruídos e a temperatura. A esses atributos se associam as contribuições sociais, que podem ser definidas como a saúde física e mental do homem, as opções de recreação propiciadas pela arborização e o aumento do valor das propriedades em razão da existência de árvores ou áreas verdes.

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. Essas formas de uso variam com o tipo

¹⁵ MASCARÓ, Lucia. *Ambiência urbana*.

de vegetação, seu porte, idade, período do ano, formas de associação dos vegetais e, também, com relação às edificações e seus recintos urbanos. Pode-se dar mais ênfase ao controle de um determinado elemento, mas a vegetação interage sobre o conjunto de elementos climáticos (MASCARÓ, 1996).

Portanto, arborizar uma cidade não significa apenas plantar árvores em ruas, jardins e praças, criar áreas verdes de recreação pública e proteger áreas verdes particulares. A arborização deve atingir objetivos de ornamentação, melhoria microclimática e diminuição da poluição, entre outros.

Redução da Temperatura

As árvores e outros vegetais interceptam, refletem, absorvem e transmitem radiação solar, melhorando a temperatura do ar no ambiente urbano. A eficiência do processo depende das características da espécie utilizada, tais como a forma da folha, a densidade foliar e o tipo de ramificação. O vento também afeta o conforto humano e seu efeito pode ser positivo ou negativo, dependendo grandemente da presença de vegetação urbana. No verão, a ação do vento, retirando as moléculas de água transpiradas por homens e árvores, aumenta a evaporação; no inverno, significa um aumento do resfriamento do ar.

Redução da Poluição Urbana

Os poluentes atmosféricos produzidos em zonas urbanas promovem efeitos desagradáveis ao meio ambiente, os quais podem ser amenizados pela arborização, pois, segundo Azambuja e Bianchini (2004), as árvores são imensuráveis denunciadoras da má condição do ar. Quando expostas a altos índices de poluição, geralmente sofrem descoloração em suas folhas e flores, falhas na floração e falhas na produção de frutos, má formação e até a morte do vegetal.

As árvores no ambiente urbano têm considerável potencial de remoção de partículas e gases poluentes da atmosfera. A capacidade de retenção ou tolerância a poluentes varia entre espécies e mesmo entre indivíduos da mesma espécie. Segundo a Companhia Rio Grande Energia – RGE (1999), algumas árvores têm a capacidade de filtrar compostos químicos poluentes, como o dióxido de enxofre (SO₂), o ozônio (O₃) e o flúor. Mesmo

considerando que as árvores podem agir com eficiência para minimizar os efeitos da poluição, isso só será possível por meio da utilização de espécies tolerantes ou resistentes. Os danos provocados pela poluição atmosférica podem ser muito significativos, dependendo principalmente das espécies utilizadas e dos índices de poluição.

Redução dos Ruídos

O ruído é produzido por várias atividades exercidas pelo homem. Os maiores causadores de poluição sonora são os meios de transporte terrestre, tráfego aéreo, obras de construção civil, fábricas e indústrias. A poluição acústica tem como principal dano a perda gradativa de audição, além de causar irritabilidade, incômodo, exaustão física, distúrbios psíquicos, perturbações do sistema nervoso e outros danos à saúde humana (AZAMBUJA; BIANCHINI, 2004).

A presença das árvores reduz os níveis da poluição sonora ao impedir que os ruídos e barulhos fiquem refletindo continuamente nas paredes das casas e edifícios, causando uma sensação de som permanente. As árvores e suas folhas contribuem para absorver a energia sonora, fazendo com que os sons emitidos desapareçam rapidamente (RIO GRANDE ENERGIA – RGE, 1999).

2.4.1 Escolha das espécies

Para a escolha da espécie a ser utilizada, devem ser considerados os seguintes itens, segundo o *Manual de arborização e poda da RGE* (1999):

- capacidade de adaptação;
- sobrevivência e desenvolvimento no local do plantio;
- características como porte.

As características relacionadas ao porte são o tipo de copa, folhas, flores, ausência de frutos, hábito de crescimento das raízes, ausência de princípios tóxicos, adaptabilidade

climática, resistência a pragas e doenças, tolerância a poluentes e a baixas condições de aeração do solo.

Para a elaboração de um programa de arborização devem-se estabelecer para cada rua ou padrão de rua a espécie e o porte de árvore a utilizar, indicando se o plantio será de um ou de ambos os lados da rua. Deve-se definir, paisagisticamente, se o plantio será regular, com uma única espécie por rua, intercalado por espécies diferentes a cada determinado número de quarteirões ou totalmente misto, dentro de padrões de portes aceitáveis.

Algumas espécies de árvores devem ser evitadas no planejamento da arborização urbana, como espécies frutíferas que apresentem grandes frutos em áreas de estacionamento, espécies caducifólias que apresentam grandes folhas próximo a locais de drenagem superficial, como calhas e bueiros, espécies que apresentem raízes superficiais.

As árvores, quando situadas em locais mal planejados, podem acarretar problemas, tais como;

- atrito com a rede elétrica e telecomunicações;
- entupimento de calhas;
- sombras mal planejadas, comprometendo a luminosidade;
- entupimento de redes subterrâneas (água e esgoto);
- risco de queda de partes danificadas por vento ou vitalidade;
- danificação das calçadas;
- concorrência com a iluminação pública e placas de sinalização.

O planejamento arbóreo da cidade deve ser realizado pelo poder público, que é quem deve aplicar, monitorar e normatizar o plano, o qual deverá ser baseado nos princípios de saneamento e planejamento, resultando numa adequada ordenação dos espaços urbanos, garantindo a proteção de recursos necessários à melhor qualidade de vida nas cidades.

O plano de arborização não pode contar apenas com o plantio aleatório de árvores, pois arborizar não é simplesmente plantar. Existem prévias que não podem ser dispensadas e pós que serão sempre necessárias, devendo ser levada em consideração a história dos

indivíduos existentes. Assim, serão evitadas algumas práticas e manejos desnecessários. Controle de fiscalização e contínuo manejo também são indispensáveis.

Azambuja e Bianchini (2003) relatam que grande parte das árvores é plantada sem nenhuma prévia, o que torna algumas destas indesejáveis mesmo por quem outrora as tenha plantado. Essa ausência de análise prévia faz com que certos elementos da vegetação prejudiquem ou sejam prejudicados por várias redes técnicas. As árvores situadas em locais não planejados podem acarretar problemas, que podem levar a população à exclusão do elemento arbóreo “causador”; por esse motivo, deve-se instruir o cidadão que a árvore existe para o seu bem-estar, não para prejudicá-lo.

A participação da comunidade no processo de arborização é imprescindível. Busca-se então, a formação de uma consciência que insira na população que não só o poder público é responsável, mas todos somos responsáveis. É importante ressaltar que o meio ambiente exerce influência sobre o processo de urbanização, que por sua vez, também provoca modificações no meio ambiente alterando suas características.

A arborização deve ser feita, sempre que possível, para amenizar os aspectos negativos do entorno urbano, transformando os lugares hostis em bastante hospitaleiros para os usuários (MASCARÓ, 2003, p. 194)¹⁶.

Características das espécies indicadas para a arborização pública

A eleição da espécie a ser empregada está condicionada por muitos fatores: situação das árvores em relação às construções e aos espaços abertos, a escala dos edifícios e também espécies existentes na zona, assim como seu desempenho energético-ambiental.(MASCARÓ E MASCARÓ, 2002, p.105)¹⁷. Para uma adequada inserção da arborização na rede urbana, Mascaró e Mascaró (2002) caracterizam as espécies:

- *Sistema radicular* - Profundo, pivotante e não volumoso, para evitar prejuízos que as raízes superficiais causam às canalizações, fundações de prédios, pavimentação, muros, pista de rolamento e meio-fio que se encontram nas proximidades;

¹⁶ MASCARÓ, Juan Luis. *Loteamentos urbanos*.

¹⁷ MASCARÓ, Lucia; MASCARÓ, Juan Luis. *Vegetação urbana*.

- *Fuste ou tronco* – Reto, delgado, resistente, sem espinhos agressivos e com 2,50 metros de altura no início da copa;
- *Folhas* – Deve-se considerar o tipo de folhagem, caduca ou perene, cor, brilho e textura. Diferentes espécies geram ambientes distintos durante as estações do ano, pela coloração e pelo ciclo anual de floração, frutificação, descoloração, perda ou não de folhas;
- *Frutos* – Consideram-se a cor, a forma, principalmente o tamanho dos frutos, e o período de frutificação. Árvores que produzem frutos muito grandes e pesados devem ser evitadas em ruas movimentadas para impedir acidentes;
- *Flores* – Consideram-se a cor e o período de floração para que seja bastante duradoura e garanta ao recinto vitalidade e colorido durante algum período do ano. Deve-se tomar cuidado com a limpeza dos recintos para que não prejudique os transeuntes, causando acidentes.

Se forem levados em consideração todos os critérios expostos até aqui para projetos de arborização pública, pode-se ter certeza de que dificilmente algum dano ocorrerá, tanto para a vegetação quanto para o recinto e os usuários.

2.4.2 Critérios de localização da arborização

Mascaró e Mascaró (2002), em seu livro *Vegetação urbana*, descrevem que os critérios de localização da vegetação são diferentes, devendo ser integrados no desenho urbano. No projeto deve ser diferenciada sua função – calçadas localizadas em áreas comerciais, residenciais e industriais têm características diferenciadas. Em todos os casos, a escolha da localização das árvores deve priorizar os usuários do recinto urbano, obedecendo a outros critérios complementares de projeto, tais como:

- a facilidade de movimentação, evitando a criação de barreiras ou obstáculos;
- a acessibilidade aos recintos;

- o conforto e a segurança tanto para o trânsito como para a permanência.

Recomendações de localização em relação à rede aérea

Azambuja e Bianchini (2003) recomendam que, para o plantio de árvores nas calçadas de ruas, principalmente sobre redes elétricas, deve-se tomar muito cuidado na escolha da espécie correta para evitar problemas futuros. Sua principal restrição está na altura máxima quando adulta, a qual não deve ultrapassar 10 metros.

A Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE) tem critérios para a instalação de rede aérea de energia elétrica, que se referem às distâncias mínimas entre esta e a copa das árvores e variam de 1m, para redes de baixa tensão, a 2 m, para redes de alta tensão (MASCARÓ; MASCARÓ, 2002, p.136)¹⁸.

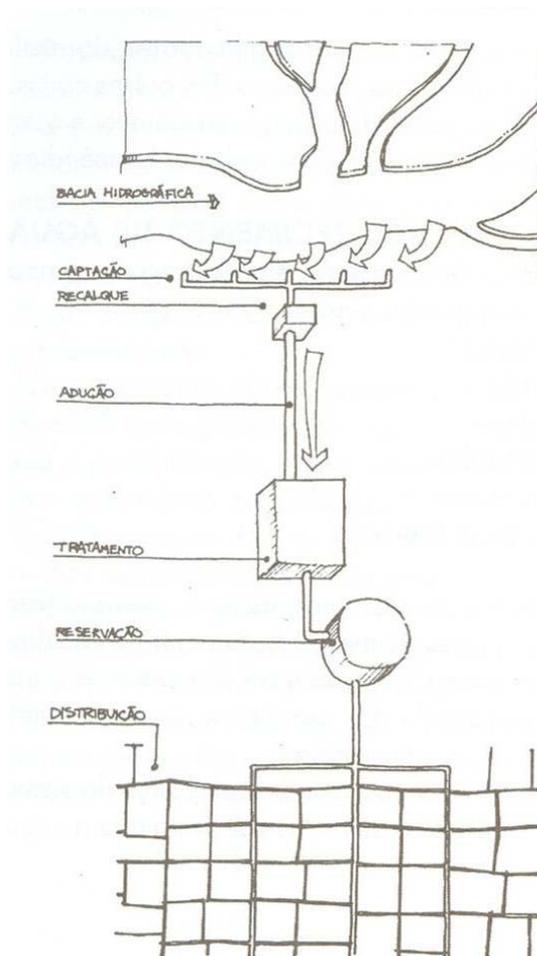
Do ponto de vista ambiental, a copa não deve interferir na iluminação pública e pode localizar-se acima ou abaixo da fiação elétrica, evitando a necessidade de podas corretivas constantes e para que seus ramos não interfiram nas edificações próximas.

2.5 Rede de abastecimento de água

A água é de extrema importância para a sobrevivência e a evolução do homem: na sobrevivência, porque sem ela não existiria vida animal ou vegetal, bastando dizer que o corpo humano é formado de 70% de água; na evolução do homem, é o elemento fundamental para o desenvolvimento da qualidade de vida através do abastecimento de água potável para a população.

Entende-se por sistemas de abastecimento de água o conjunto de equipamentos, obras e serviços voltados para o suprimento de água a comunidades, para fins de consumo doméstico, industrial e público. Esses sistemas são compostos, de uma maneira geral, pelas unidades de captação, tratamento, estação elevatória, adução, reservatórios, rede de distribuição e ligações prediais, como pode ser visualizado na Figura 12.

¹⁸ MASCARÓ, Lucia; MASCARÓ, Juan Luis. *Vegetação urbana*.



Fonte: Mascaró; Yoshinaga, 2005.

Figura 12: Esquema do sistema de abastecimento de água.

A rede de abastecimento de água está diretamente relacionada com a qualidade de vida de vida humana. A água, um recurso vital, após ser captada, tratada e colocada em condições de consumo através do tratamento, é enviada à população por meio de um amplo sistema de distribuição em redes pelas ruas da cidade. O abastecimento de água, esgoto domiciliar e coleta de lixo são importantes indicadores de condições ambientais e de qualidade de vida da população de uma região.

De acordo com os dados do Censo 2000, no Brasil, dos 44.795.101 domicílios, 34.859.339 encontram-se ligados à rede geral de abastecimento de água, alcançando um percentual de 77,82%. Entre os estados brasileiros esses percentuais variam entre 30,75% e 93,50%, sendo que o Rio Grande do Sul está entre os dez que apresentam os maiores índices de atendimento deste serviço. A situação do abastecimento de água no Brasil, se considerados os números globais de população atendida, pode ser considerada

razoavelmente boa. No diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto de 2001 (ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2003), o índice de atendimento da população urbana com abastecimento de água no país era de 92,4%, dos quais 75,5% das ligações são atendidas por companhias estaduais de água e o restante, por serviços municipais (TSUTIYA, 2004, p. 4).

Um dos principais problemas enfrentados, conforme a ABES (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental), é o índice de perdas entre a estação de tratamento até o consumidor final. Anualmente, o país produz 12,6 bilhões de metros cúbicos em volume de água, mas só fatura o equivalente a 7,6 bilhões de m³ desse total, porque 4,9 bilhões de m³ são desperdiçados, com a água se perdendo entre as estações de tratamento e a torneira do consumidor final. Isso ocorre por problemas do sistema de abastecimento brasileiro, como erros de medição, fraudes nos hidrômetros e ligações clandestinas (perdas aparentes), mas também por vazamentos, além de perdas operacionais (perdas reais ou físicas). Segundo Brasil (b) (2005), relativo a dados do Ministério das Cidades em 2002, a média nacional das perdas de faturamento nos sistemas de abastecimento de água brasileiros situou-se no patamar dos 40%. Porém os níveis mais altos chegaram a alcançar a casa dos 70%, como no estado do Acre. Além do impacto negativo que essas perdas hídricas provocam nos custos operacionais, ampliando a necessidade de investimento em novas instalações de produção e tratamento, também causam danos à natureza (pelo aumento da demanda) e geram prejuízos à distribuição regional.

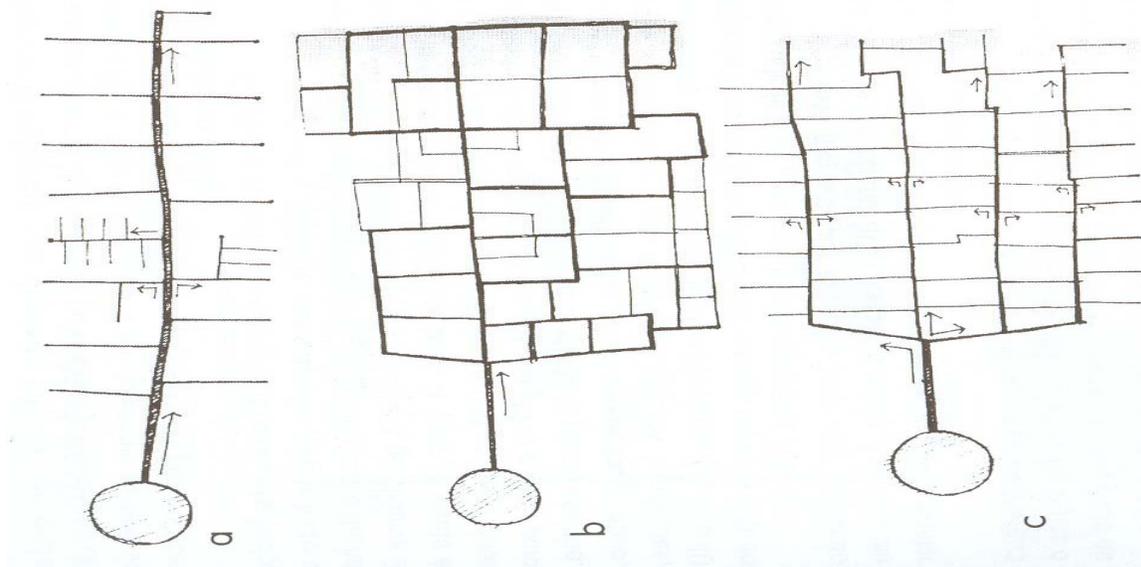
2.5.1 Rede de distribuição

É um conjunto de condutores implantados junto às vias públicas e aos edifícios com a função de conduzir água potável aos prédios e locais de consumo público. É a parte mais importante do sistema de abastecimento para os urbanistas, pois o traçado influencia no custo. Nesta rede existem os condutos principais e os secundários (MASCARÓ; YOSHINAGA, 2005).

Os condutos principais também são titulados de “tronco” ou “mestres”; são as canalizações de maior diâmetro e pressão, responsáveis pela alimentação dos condutos secundários. Esses condutos abastecem extensas áreas da cidade.

Os condutos secundários possuem menor diâmetro e pressão, comunicando-se diretamente com os prédios a abastecer. A área atendida pelos condutores secundários é restrita a sua vizinhança. O traçado das redes pode ser definido em três tipos, os quais irão depender da disposição dos condutos:

- a) *rede aberta* (Figura 13 a): as tubulações primárias e secundárias estão abertas. A principal vantagem é o custo de implantação, porém tem sérios inconvenientes quando necessárias interrupções do serviço;
- b) *rede malhada* (Figura 13 b): as tubulações primárias e secundárias são fechadas, formando anéis. Possuem maior custo de implantação, mas apresentam um alto grau de segurança no serviço;
- c) *rede mista* (Figura 13 c): nela nem todas as tubulações são malhadas, com eficiência e custo intermediário. A figura mostra o exemplo onde a rede primária está aberta e a rede secundária, malhada. O inverso também é viável, porém o custo de manutenção é similar ao da rede aberta.



Fonte: Mascaró; Yoshinaga, 2005.

Figura 13: Esquema das alternativas de redes de água potável.

As redes abertas também são conhecidas como “espinha de peixe” ou ramificadas; nelas a circulação de água se faz num único sentido, da tubulação tronco para a extremidade morta. Qualquer interrupção no condutor tronco pode prejudicar a área a jusante da secção danificada. Por sua vez as redes malhadas, diferentemente da aberta, possuem vários condutores principais formando um ou vários anéis, dependendo da extensão abrangida.

O problema das redes abertas pode ser resolvido colocando-se reservatórios complementares localizados nas suas extremidades. Neste caso, é indispensável a verificação da viabilidade financeira, pois o custo do reservatório pode ser superior à adaptação da rede para malhada.

2.6 Rede de esgoto sanitário

A cobertura de rede de água chega a 90% da população urbana no Brasil, mas só 8% dos esgotos são adequadamente tratados. Diariamente, 20 milhões de metros cúbicos de esgoto sem tratamento são lançados no mar e nos rios brasileiros. Portanto, o Brasil está tornando escasso o que a natureza lhe deu com abundância: 8% das águas utilizáveis no mundo (BRASIL SEMPRE, 1999; O GLOBO apud SILVA et al., 2003).

Conforme Tsutiya e Alem Sobrinho (1999), os sistemas de esgoto urbanos podem ser de três tipos:

- *sistema de esgotamento unitário*, ou *sistema combinado*: as águas residuárias (domésticas e industriais), águas de infiltração (águas de subsolo que penetram no sistema através de tubulações e órgãos e acessórios) e águas pluviais veiculam por um único sistema;
- *sistema de esgotamento separador parcial*: uma parcela das águas de chuva, provenientes de telhados e pátios das economias, é encaminhada, juntamente com as águas residuárias e águas de infiltração do subsolo, para um único sistema de coleta e transporte dos esgotos;

- *sistema separador absoluto*: as águas residuárias (domésticas e industriais) e as de infiltração (águas do subsolo que penetram através das tubulações e órgãos acessórios), que constituem o esgoto sanitário, veiculam em um sistema independente, denominado “sistema de esgoto sanitário”. As águas pluviais são coletadas e transportadas num sistema de drenagem pluvial totalmente independente.

No Brasil o sistema oficial de esgotamento sanitário é o separador absoluto. O Brasil, com uma população total de cerca de 180 milhões de habitantes, apresenta um *deficit* de atendimento no que se refere ao esgotamento sanitário. Estima-se que pouco mais de 30% da população é atendida por sistema de coleta e afastamento de esgoto, com apenas 10% da população tendo esgoto tratado (TSUTIYA; ALEM SOBRINHO, 1999, p.4).

Segundo Silva e Alves (2004), atualmente, o principal *deficit* do setor de saneamento está na área do esgotamento sanitário, mais especificamente, no que tange ao tratamento de esgotos. Segundo dados do PNCDA/96, 49% do esgoto produzido no Brasil são coletados em rede pública, dos quais, apenas 32% são tratados, ou seja, aproximadamente 16% dos esgotos produzidos.

A ausência de abastecimento de água potável e de coleta de esgotos sanitários é a principal causa das taxas de doenças intestinais e de outros tipos em países de baixa renda. Na falta de água potável, os domicílios freqüentemente usam água que veiculam doenças, em sua maior parte de origem fecal. Na falta adequada de coleta de esgotos, o material fecal continua no domicílio ou na vizinhança e leva à transmissão de doenças. Estima-se que a falta de água potável e de saneamento nas áreas urbanas no Brasil cause cerca de 8.500 casos anuais de mortalidade prematura e de morbidade adicional (SILVA; ALVES, 2004).

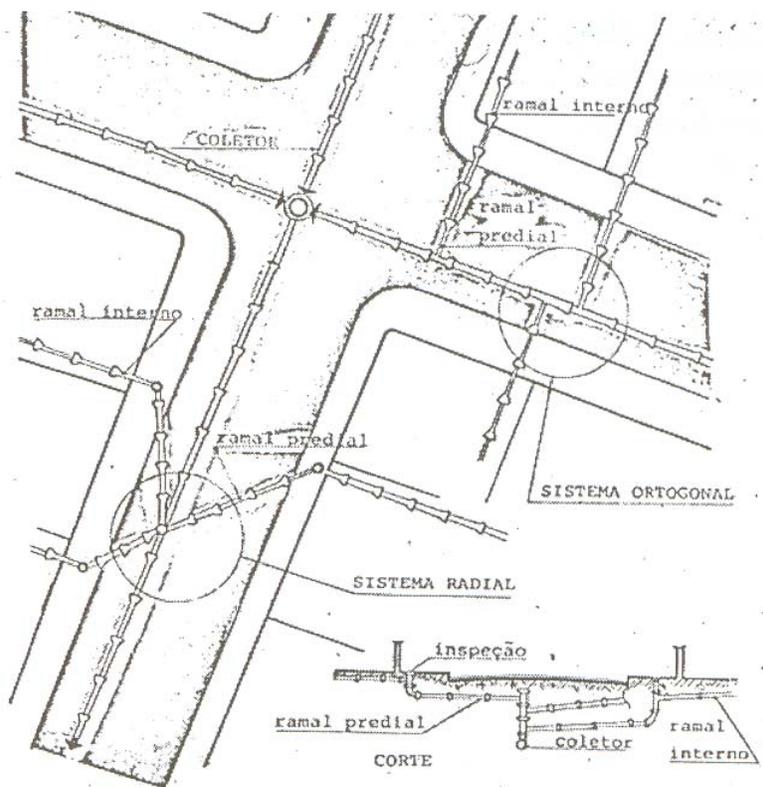
Constitucionalmente, cabe aos Municípios a responsabilidade pelos serviços de interesse local. À União compete definir diretrizes gerais e deflagrar, em cooperação com os outros níveis de governo, a implementação de programas de melhoria das condições de saneamento e habitação (SILVA; ALVES, 2004).

Descrição do sistema de esgoto urbano

Basicamente, o sistema de esgoto é constituído por:

- a) rede de tubulação destinada a transportar os esgotos;
- b) poços de visita, recalque (elementos acessórios) etc;
- c) estações de tratamento.

Na Figura 14 é apresentada, esquematicamente, a rede de esgoto sanitário do tipo “separador absoluto”. Esta rede inicia nas ligações prediais e deve terminar nas estações de tratamento, porém, em muitos casos, o efluente do esgoto oriundo da rede é destinado a córregos.



Fonte: Mascaró; Yoshinaga, 2005.

Figura 14: Esquema da rede de esgoto sanitário do tipo separador absoluto.

A profundidade mínima, conforme Mascaró e Yoshinaga (2005), dos tubos coletores deve ser de 1,50m, devendo fiar sempre a nível inferior aos das redes de água para evitar infiltrações possibilitando a contaminação da água potável. Os tubos coletores das redes

podem estar dispostos no eixo da via ou um terço do eixo do leito carroçável e, quando necessário, podem ser duplos, dispostos junto aos passeios, o que irá depender da distância média entre as ligações prediais. Também devem ser consideradas as larguras da via, do tipo de pavimentação (ou não) e do trânsito.

O diâmetro deve ser uniforme e ter, no mínimo, 150mm para evitar entupimentos. Os materiais a serem aplicados dependem das condições do solo, das facilidades de obtenção e disponibilidade e dos custos. Os materiais mais comuns para as tubulações são cerâmicos, de concreto, ferros ou plásticos – utilizados nas ligações prediais.

2.6.1 Tratamentos de esgoto

Grande parte da população urbana trata seu esgoto de forma individual através do tratamento unitário, ou seja, com tanques sépticos, solução melhor do que as fossas rudimentares, cuja segurança depende das condições de manutenção e operação.

Um sistema qualquer de esgoto sanitário encaminha seus efluentes, direta ou indiretamente, para corpos d'água receptores, formados pelos conjuntos das águas de superfície ou de subsolo. A capacidade receptora dessas águas, em harmonia com sua utilização, estabelece o grau de condicionamento a que terá de ser submetido o efluente sanitário, de modo que o corpo d'água receptor não sofra alterações nos parâmetros de qualidade fixados para a região afetada pelo lançamento. Os condicionamentos aplicados aos esgotos são comumente denominados de “processos de tratamento”.

2.6.2 Tratamento de esgoto quando não existe rede

A defasagem na implantação dos serviços públicos, em relação com o crescimento populacional, principalmente nos países em desenvolvimento, permite prever que soluções individuais para o destino dos esgotos, para esses casos, serão ampla e permanentemente adotadas (JORDÃO; PESSOA, 1995, p. 259).

Em princípio, só devem ser construídas instalações domiciliares de tratamento nas áreas em que não existem coletores públicos de esgoto, ou quando casas isoladas estejam fora do alcance dessas redes (IMHOFF, 2002 p. 189). Onde não existe rede coletora de

esgoto o proprietário do imóvel deve resolver o problema da disposição do esgoto por meio de instalações domésticas de tratamento. Cabe-lhe, então, dar um destino final à matéria fecal, urina, águas da cozinha e lavagem de roupas (IMHOFF, 1966, p. 165).

A NBR 13969:1997 define o sistema local de tratamento de esgotos como um sistema de saneamento onde as distâncias entre as fontes geradoras de esgotos, seu tratamento e disposição final são próximas entre si, não necessitando de rede coletora extensa, coletor-tronco, poços de visita, emissários, elevatórias etc. Num sistema de tratamento de esgotos, os custos de implantação e de operação são proporcionais ao volume de esgoto a ser tratado. Além disso, como regra geral, quanto mais concentrado é o esgoto, mais fácil é o processo de depuração (1997, p. 2).

É importante que sejam avaliados os padrões de emissão estabelecidos nas leis, necessidade de proteção do manancial hídrico de área circunvizinha, a disponibilidade de água etc., para a seleção das alternativas que compõem o sistema local de tratamento de esgoto (NBR 13969, 1997, p. 2).

Nos bairros da cidade de Passo Fundo, e em um bairro de Lages não existe rede coletora de esgoto sanitário doméstico; portanto, o sistema adotado é individual. O tratamento predominante é constituído de tanque séptico e sumidouro. No item seguinte será realizada uma breve revisão de literatura sobre o funcionamento de tanques sépticos e os tratamentos complementares que poderiam ser utilizados no tratamento do efluente.

2.6.2.1 Tanque séptico

A NBR 7229/ 1993 fixa as condições exigíveis para a construção de fossas sépticas e disposição final dos efluentes, de modo a preservar a higiene, segurança e o conforto dos prédios em zonas desprovidas de rede de esgoto sanitário. Tem o objetivo principal de evitar a contaminação do solo e das águas (JORDÃO; PESSOA, 1995, p 259). Um sistema eficiente de tratamento de esgoto doméstico completo deve contar também com caixas de gordura, filtros anaeróbicos e sumidouros.

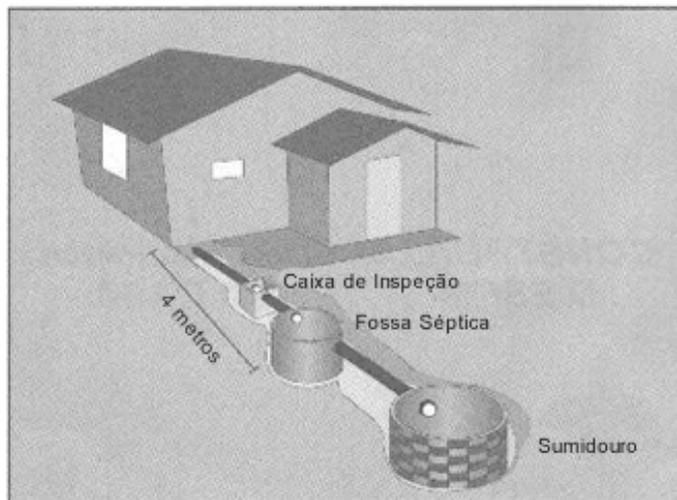
As fossas sépticas, uma benfeitoria complementar e necessária às moradias, são fundamentais no combate a doenças, verminoses e endemias (como a cólera), pois evitam o lançamento dos dejetos humanos diretamente em rios, lagos, nascentes ou, mesmo, na

superfície do solo. O seu uso é essencial para a melhoria das condições de higiene das populações rurais e da população que não é atendida pela rede de esgoto sanitário (COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL, 2005).

Definição

Tanques sépticos são unidades de tratamento primário de esgoto doméstico nas quais são feitas a separação e transformação da matéria sólida contida no esgoto (COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL, 2005). As partículas mais pesadas sedimentam no fundo, e as mais leves flutuam na superfície do líquido, denominadas de “lodo” e “escuma”, respectivamente.

O tanque séptico é uma fossa impermeável com extravasor, cuja função é diminuir o teor de sólidos no efluente final. Devem ser previstas limpezas anuais. É uma instalação simples e geralmente eficiente, sendo considerado digestor e, portanto, constitui um tipo de tratamento biológico anaeróbio (IMHOFF, 2002, p. 190). Esse tipo de fossa nada mais é que um tanque enterrado, que recebe os esgotos (dejetos e água servidas), retém a parte sólida e inicia o processo biológico de purificação da parte líquida (efluente). Contudo, é preciso que esses efluentes sejam filtrados no solo para completar o processo biológico de purificação e eliminar o risco de contaminação. Só é admissível seu uso para edificações providas de suprimento de água. A Figura 15 mostra um esquema da localização do sistema de esgoto.



Fonte: Companhia de saneamento ambiental do Distrito Federal.

Figura 15: Esquema da localização do sistema de esgoto.

Aplicáveis unicamente para pequenas vazões fornecidas por pequenos grupos habitacionais, lavanderias, hospitais, quartéis etc., recomenda-se sua aplicação para um máximo de 300 habitantes (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 1973, p. 323). O efluente da fossa séptica é um líquido que possui cheiro e aspecto desagradável com elevado teor de DBO (Demanda bioquímica de oxigênio), e necessita de uma disposição final cuidadosa. Essas unidades de tratamento possibilitam grande redução da carga poluidora dos esgotos brutos (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 1973, p. 323).

De acordo com a Universidade de São Paulo (1973), se bem projetadas e operadas as fossas sépticas, podem-se obter resultados próximos dos seguintes:

- remoção de sólidos decantáveis..... 85 a 95%;
- remoção de graxas e gorduras..... 70 a 90%;
- remoção de sólidos em suspensão..... 50 a 70%;
- redução de coliformes..... 40 a 60%;
- redução da DBO..... 30 a 60%.

Conforme a NBR 7229/93, o tanque séptico é uma unidade cilíndrica ou prismática retangular de fluxo horizontal, para tratamento de esgoto por processos de sedimentação,

flotação e digestão. O sistema de tanques sépticos aplica-se, primordialmente, ao tratamento de esgoto doméstico.

O sistema é indicado somente para:

- áreas desprovidas de rede pública coletora de esgoto;
- alternativa de tratamento de esgotos em áreas providas;
- retenção prévia dos sólidos sedimentáveis, quando da utilização da rede coletora com diâmetro e/ou declividade reduzidos para o transporte de efluente livre de sólidos sedimentáveis.

Existem algumas restrições ao uso dos sistemas, sendo vedado o encaminhamento ao tanque séptico de águas pluviais e despejos capazes de causar interferência negativa em qualquer fase do processo de tratamento ou a elevação excessiva de vazão do esgoto afluente, como as provenientes de piscinas e de lavagem de reservatório de água (NBR 7229,1993).

Para a sua execução devem ser observadas as distâncias horizontais mínimas, conforme a NBR (7229, 1993):

- 1,5 m de construções, limites do terreno, sumidouros, valas de infiltração e ramal predial de água;
- 3,0 m de árvores e de qualquer ponto de rede pública de abastecimento de água;
- 15,0 m de poços freáticos e de corpos de água de qualquer natureza. (p. 3)

2.6.2.2 Tratamento complementar dos efluentes de tanques sépticos

Apresentam-se neste item alternativas para o tratamento do efluente dos tanques sépticos, os quais resultam na emissão do efluente tratado num corpo receptor. Os tratamentos complementares devem seguir as normas da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, as quais são: a NBR 13969:1997 e a NBR 7229: 1993.

1 Filtro anaeróbio com fluxo ascendente; filtro anaeróbio

Consiste num reator biológico onde o esgoto é depurado por meio de microorganismos não aeróbios, dispersos tanto no espaço vazio do reator quanto nas superfícies do meio filtrante. Este é utilizado mais como retenção dos sólidos.

Todo processo anaeróbio é bastante afetado pela variação de temperatura do esgoto, e sua aplicação deve ser feita de modo criterioso. O processo é eficiente na redução de cargas orgânicas elevadas, desde que as outras condições sejam satisfatórias. Os efluentes do filtro anaeróbio podem exalar odores e ter cor escura.

2 Filtro aeróbio submerso

O filtro aeróbio submerso é o processo de tratamento de esgoto que utiliza um meio de fixação dos microorganismos inverso no reator, sendo o oxigênio necessário fornecido pelo ar introduzido por meio de equipamento. Sua característica é sua capacidade de fixar grandes quantidades de microorganismos nas superfícies do meio, reduzindo o volume do reator biológico e permitindo depuração em nível avançado de esgoto, sem necessidade de recirculação de lodo, como acontece com o lodo ativado.

3 Valas de filtração e filtros de areia

São processos de tratamentos clássicos, que consistem na filtração do esgoto através da camada de areia, onde se processa a depuração por meio tanto físico (retenção) quanto bioquímico (oxidação), em razão dos microorganismos fixos nas superfícies dos grãos de areia, sem necessidade de operação e manutenção complexas.

O sistema caracteriza-se por permitir nível elevado de remoção de poluentes, com operação intermitente, podendo ser utilizado nos seguintes casos:

- a) Quando o solo ou as condições climáticas do local não recomendam o emprego de valas de infiltração ou canteiro de infiltração/evapotranspiração ou a sua instalação exige uma extensa área não disponível;
- b) a legislação sobre as águas dos corpos receptores exige alta remoção dos poluentes dos efluentes do tanque séptico;

- c) por diversos motivos, foi considerado vantajoso o aproveitamento do efluente tratado, sendo adotado como unidade de polimento dos efluentes dos processos anteriores.

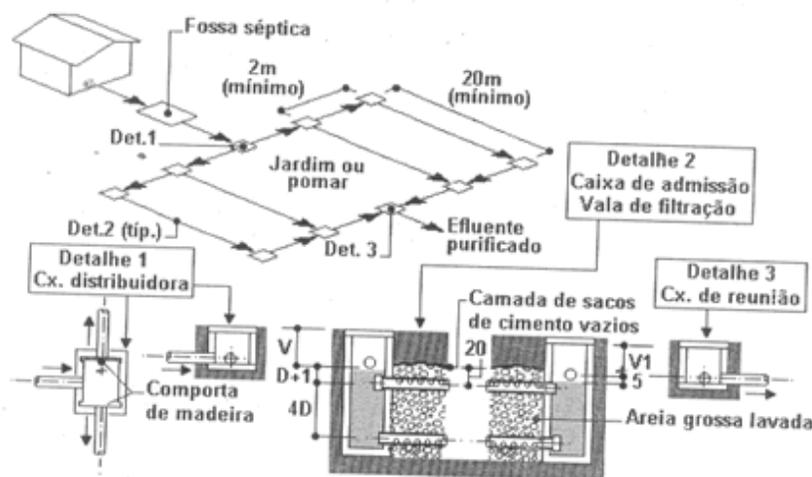
O sistema de vala de filtração diferencia-se do filtro de areia por não possuir área superficial exposta ao tempo; é construído no próprio solo, podendo ter suas paredes impermeáveis; opera em condições aeróbias.

4 Canteiro de filtração e de evapotranspiração

É o processo que consiste na disposição final do esgoto, tanto pelo processo de evapotranspiração através das folhas de vegetação quanto pelo processo infiltrativo no solo (NBR 13969, 1997, p.18). Unidade complementar de tratamento de efluente do tanque séptico, por filtração biológica, constituída de tubulação e leito filtrante.

Os sólidos digeridos no tanque séptico resultam num efluente rico em nutrientes, que pode ser aproveitado para a irrigação de jardins e pomares. Para tal, o sistema mostrado na Figura 17 é sugerido pela Comissão de Meio Ambiente do Morro do Chapéu, Nova Lima, MG (TRATAMENTO..., 2005).

O canteiro de infiltração e de evapotranspiração é empregado em locais não propícios à simples infiltração, substituindo o solo e/ou condições desfavoráveis por solos de melhor característica.



Fonte: Tratamento de água, 2005.

Figura 16: Implantação de valas de filtração.

5 Vala de infiltração

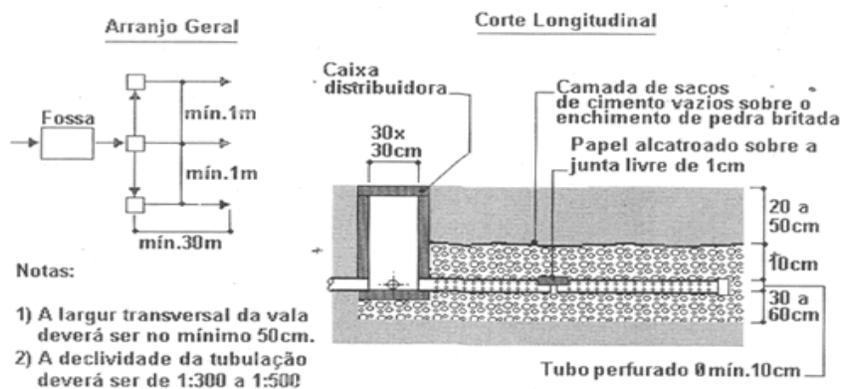
São valas destinadas a receber o efluente do tanque séptico, através de tubulação convenientemente instalada, e a permitir sua infiltração em camadas subsuperficiais de terreno.

É o processo de tratamento/disposição final do esgoto que consiste na sua percolação no solo, onde ocorre a depuração devido aos processos físicos (retenção de sólidos) e bioquímicos (oxidação). Como utiliza o solo como meio filtrante, seu desempenho depende grandemente das características do solo, assim como do seu grau de saturação por água (NBR 13696, 1997, p. 16).

Não é recomendável o uso de vala de infiltração onde o solo é saturado de água. Na medida do possível, deve ser adotado o sistema de aplicação intermitente para melhorar a eficiência do tratamento e durabilidade do sistema de infiltração.

Alguns autores não recomendam construir essas valas próximas a árvores, para evitar a intromissão de suas raízes no sistema (TRATAMENTO DE ÁGUA, 2005). Essas valas podem ser usadas quando a taxa de infiltração do solo for superior a 20 litros/m² por dia e inferior a 40 litros/m² por dia. O solo que apresenta essa infiltração é do tipo constituído por argilas de cor amarela, vermelha ou marrom, medianamente compacta, variando para argilas pouco siltsas e / ou arenosas (TRATAMENTO DE ÁGUA, 2005).

A distância mínima no sentido horizontal entre as valas de infiltração e os poços de água deve ser de 20 metros. O fundo das valas deve se situar, no mínimo, a 3 metros de distância do lençol freático (TRATAMENTO DE ÁGUA, 2005).



Fonte: Tratamento de água, 2005.

Figura 17: Vala de infiltração.

6 Sumidouro

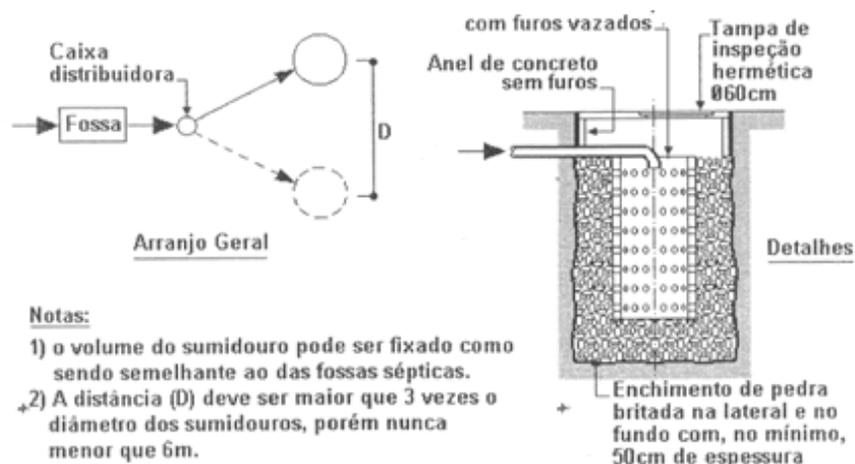
São escavações circulares, quadradas ou retangulares, cujas paredes são protegidas por pedras, tijolos, madeiras etc., de modo a evitar seu desmoronamento, porém sem impermeabilizar as paredes do solo, razão pela qual não devem ser rejuntadas. Os sumidouros são usados quando a taxa de absorção do solo for superior a 40 litros/m² por dia. O solo que normalmente apresenta esta taxa é do tipo constituído pelas argilas arenosas e/ ou siltosas, variando a argila arenosa ou silte argiloso de cor amarela vermelha ou marrom (TRATAMENTO DE ÁGUA, 2005).

Segundo a NBR 7229/1993, a qual se referencia ao projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos, o sumidouro é um poço seco escavado no chão e não impermeabilizado, que orienta a infiltração de água residuária no solo. Coelho define o sumidouro como sendo um poço destinado a receber o efluente da fossa séptica e a facilitar a sua infiltração no solo (? , p. 147).

A norma NBR 13969 define o sumidouro como unidade de depuração e disposição final do efluente do tanque séptico verticalizado em relação à vala de infiltração. Por causa dessa característica, seu uso é favorável somente nas áreas onde o aquífero é profundo, onde possa garantir a distância mínima de 1,50 m (exceto areia) entre o seu fundo e o nível aquífero máximo (1997, p. 19).

Para o sumidouro e as valas de infiltração possuem os mesmos critérios e considerações; assim, nos dois sistemas pode ocorrer contaminação do aquífero. Portanto, a instalação da vala de infiltração e do sumidouro deve ser procedida por avaliação técnica, de modo a não haver contaminação do aquífero utilizado na região, causada pelos nitratos, vírus e outros microorganismos patogênicos. Para tanto, o numero máximo instalável de sistemas de tanque séptico e valas de infiltração deve ser limitado a 10 unidades/ha (NBR 13969: 1997. p. 16).

Embora costumem ter vida longa, tendo em vista que o efluente dos tanques sépticos terá deixado no interior dessas unidades grande parte dos sólidos e gorduras, pode-se exigir a implantação de poços adicionais no futuro, em virtude da perda de sua capacidade de infiltração (TRATAMENTO DE ÁGUA, 2005).



Fonte: Tratamento de água, 2005.

Figura 18: Detalhamento sumidouro.

Para o projeto e o uso das valas de infiltração devem ser observados os seguintes parâmetros da NBR 13969 (1997, p. 17):

- características do solo;
- nível máximo do aquífero e a distância vertical mínima deste;
- distância mínima do poço de captação da água;
- processo construtivo;
- alternância;
- índice pluviométrico.

Característica do solo - O sistema de infiltração do efluente no solo depende, basicamente, das características do solo onde é instalada a vala ou sumidouro. Além da capacidade de percolação do solo, exerce influência fundamental na remoção eficiente dos agentes patogênicos e de fósforo a composição química do solo constituinte, além de sua saturação. A capacidade de percolação no solo deve ser determinada através de teste (NBR 13969: 1997, p. 17).

Coelho afirma que as dimensões dos sumidouros são determinadas em função da capacidade de absorção do solo no terreno, devendo ser considerada como superfície útil de absorção a do fundo e das paredes laterais, até o nível de entrada do efluente na fossa (? , p.163).

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: URBANIZAÇÃO E INFRA-ESTRUTURA

O capítulo três abordou o processo de urbanização e saneamento do Brasil nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Também teve o propósito de verificar através da revisão bibliográfica quais os instrumentos da política urbana existentes que contribuem para o desenvolvimento da urbanização e infra-estrutura. Avaliou individualmente os Planos Diretores de cada cidade, Passo Fundo, RS e Lages, SC. E por fim abordou a Avaliação Pós-Ocupação (APO) para o desenvolvimento de ferramentas para a metodologia da pesquisa.

3.1 Processo de urbanização no Brasil

O processo de urbanização no Brasil iniciou-se em 1532 com a fundação da Vila de São Vicente, no Litoral paulista. Salvador foi a primeira cidade brasileira, fundada em 1549 (BRITO,2005). Entre o período que se sucedem entre 1500 e 1720 foram fundadas 63 vilas e oito cidade (SANTOS, 1996). Contudo, foi somente durante o século XVIII que a urbanização começou a se desenvolver, visto que a cidade era a principal residência dos fazendeiros ou do senhor de engenho. Porém, segundo Santos (1996), somente um século depois a urbanização das cidades conseguiria atingir a sua maturidade e somente no século XX foram adquiridas as características com as quais a conhecemos hoje.

Segundo Rossato (1996), a urbanização em escala universal constituiu um fenômeno próprio dos séculos XIX e XX. O autor revela que nos países da Europa e América do Norte, o processo de urbanização prolongou-se por mais de um século e meio, ao passo que no Brasil durou aproximadamente cinquenta anos. “A rapidez deste processo trouxe

consigo, severas conseqüências de ordem socioeconômicas”. A urbanização do Brasil foi um gigantesco movimento de construção de cidade, necessário para o assentamento residencial desta população, bem como suas necessidades de trabalho, abastecimento, transporte, saúde, energia, água etc.(MARICATO, 2001 p. 16). No final do século XIX e início do século XX começaram a ser realizadas obras de saneamento básico para a eliminação de epidemias, ao mesmo tempo em que se provia o embelezamento paisagístico e eram implantadas as bases legais para um mercado imobiliário de corte capitalista. A população excluída desse processo era expulsa para os morros e franjas da cidade (MARICATO, 2001).

A economia manteve seu epicentro no setor agrário exportador até 1930, quando ocorreu a revolução burguesa no Brasil. O Estado passou então, a investir decisivamente na infra-estrutura para o desenvolvimento industrial visando à substituição de importações (MARICATO, 2001). Maricato descreve em seu livro *Brasil, Cidade: alternativas para a crise urbana*, que o Brasil, como os demais países da América Latina, apresentou intenso processo de urbanização, especialmente na segunda metade de século XX (2001, p. 16).

Em 1940, apenas 31% dos brasileiros viviam em cidades, contra 69% no meio rural, ao passo que em 1980 a situação inverteu-se: 67,5% estavam vivendo em cidades e apenas 32,5% na área rural (BRITO, 2005). Entre os anos de 1940 e 1970 ocorreu uma explosão demográfica, fazendo com que o Brasil vivesse um ritmo de crescimento demográfico tão intenso que em determinado momento se constituiu no epicentro do crescimento mundial (ROSSATO, 1996).

O Brasil viveu o auge da explosão demográfica durante as décadas de 1950 e 1960. Conforme Rossato (1996), a partir da década de 1950 começou a intensificar-se o processo de urbanização, que se desenvolveu em ritmo muito intenso, impulsionado pelas altas taxas de fecundidade e por fortes migrações inter-regionais e rurais, concentrando grandes massas de populações nas regiões metropolitanas. Na mesma década, Maricato (2001), relata que o processo de urbanização entrou numa nova etapa, a indústria fordista, que promoveu mudanças significativas para os consumidores, na habitação e nas cidades, transformando radicalmente o modo de vida, os valores, a cultura e o conjunto do ambiente construído.

Nas décadas de 60-70 o processo urbanístico recebeu estímulo no plano das idéias, com a produção efervescente da reconstrução pós-guerra, principalmente na Europa. No plano material, houve o reconhecimento governamental de que o processo de rápida urbanização em curso, que alcançava todo o Brasil, era definitivamente uma das transformações fundamentais da sociedade brasileira e requeria intervenção estatal, consagrando precisamente o que se denominou de “planejamento urbano”. (DEÁK, 1999).

Foi com o Banco Nacional da Habitação (BNH) integrado ao Sistema Financeiro de Habitação (SFH), criado pelo regime militar a partir de 1964, que as cidades brasileiras passaram a ocupar o centro de uma política destinada a mudar seu padrão de produção. Foi a partir da implementação de SFH que o mercado de promoção imobiliária, baseado no edifício de apartamentos, consolidou-se por meio de uma explosão imobiliária privada. Além da imagem das cidades, mudaram também o mercado fundiário e vários aspectos da cadeia produtiva (RIBEIRO, 1996).

O padrão de urbanização brasileiro apresentou mudanças a partir de 1980. As cidades de porte médio, com população entre 100 e 500 mil habitantes, cresceram a taxas maiores do que as das metrópoles nas décadas de 1980 e 1990 (4,8% contra 1,3%). As cidades de porte médio abrigam 20% da população do país e, de outro lado, várias metrópoles ainda crescem a taxas altas, como Brasília, Curitiba e Goiânia. Apesar dessa observação, a aceleração extraordinária do crescimento das cidades de porte médio e das cidades litorâneas, de um modo geral, exige, evidentemente, atenção, em razão das conseqüências socioambientais decorrentes da velocidade do processo de urbanização (MARICATO, 2001).

Desde o início do processo de colonização, as cidades concentraram-se na faixa litorânea. Na sua quase totalidade, as cidades brasileiras são espontâneas, porque surgiram naturalmente de pequenos núcleos ou povoados. Existem também as cidades planejadas, como Belo Horizonte, Boa Vista, Brasília, Goiânia e Palmas (BRITO, 2005).

As três capitais mais populosas do Brasil são: São Paulo, Rio de Janeiro e Salvador. Em 2000, essas cidades concentravam 46,3% da população total residente nos municípios das capitais brasileiras (BRITO, 2005).

3.2 Expansão da infra-estrutura urbana de saneamento

O Banco Nacional de Habitação (BNH) foi a principal instituição federal de desenvolvimento urbano da história brasileira, na qualidade de gestor do Fundo de garantia por tempo de serviço (FGTS) e da formulação e implementação do Sistema Financeiro da Habitação (SFH) e do Sistema Financeiro do Saneamento (SFS). A função do BNH era realizar operações de crédito e gerir o Fundo de Garantia do Tempo de Serviço por intermédio de bancos privados e/ou públicos e de agentes promotores, como as companhias habitacionais e as companhias de água e esgoto.

A missão do BNH era de implantar uma política de desenvolvimento urbano e, em 1967, foi encarregado de realizar o diagnóstico inicial da situação do setor de saneamento. Foi criado o Sistema Financeiro do Saneamento (SFS), no âmbito do BNH, que passou a centralizar recursos e a coordenar ações no setor; foram criados fundos de água e de esgoto estaduais, além de programas estaduais. O financiamento aos municípios passou a ser realizado conjuntamente pelo BNH e pelos governos estaduais, com contrapartida obrigatória dos municípios e com a obrigação de que estes organizassem os serviços na forma de autarquia ou de sociedade de economia mista.

Foi durante a década de 1960 que se iniciaram as mudanças, pois o ritmo de urbanização da economia brasileira impunha uma pressão que crescia sobre os sistemas de saneamento. A urbanização acelerada causava uma deterioração contínua dos índices de cobertura dos serviços de água e de esgoto. Nessa década, esboça-se uma nova configuração para o setor. A Carta de Punta del Este, de 1961, foi um documento formulado pelos países das Américas que define como diretriz o nível de 70% de atendimento de suas respectivas populações urbanas com serviços de água e de esgoto e o de 50% para as populações rurais. Foi elaborado um programa a partir de 1961, que visava ao cumprimento das metas (TURROLA, 2002).

O governo militar elegeu a ampliação da cobertura dos serviços de saneamento como uma de suas prioridades explicitadas nos planos de desenvolvimento do período. Isso reflete a consciência de que, conforme já havia se formado na época entre os setores ligados ao planejamento, o cenário de baixo desenvolvimento desses serviços comprometia os

objetivos de desenvolvimento socioeconômico e afetava as atividades industriais e as condições de saúde (TURROLA, 2002).

Até o começo da década de 1970, predominavam fortemente os serviços municipais, havendo municípios em que a responsabilidade pela operação dos serviços era estadual. A atuação do governo federal, sob a coordenação do BNH, já era marcante. A partir de então, o setor passou a adquirir a configuração atual. Numa tentativa de ampliar a cobertura, foi criado o Plano Nacional de Saneamento (Planasa) com o ambicioso objetivo de atender 80% da população urbana com serviços de água e 50% com serviços de esgoto até 1980. O Planasa incentivou os municípios a concederem os serviços à companhia estadual de saneamento, a qual, tinha acesso aos empréstimos do BNH. Foram criadas Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESBs), organizadas sob a forma de sociedade anônima, que deveriam obter as concessões diretamente do poder concedente, as autoridades municipais.

A centralização em nível estadual, em vez de no nível municipal, foi escolhida por atender a dois objetivos principais: uma melhor administração dos riscos por meio de sua concentração e, principalmente, o estabelecimento de subsídios cruzados, com regiões mais rentáveis financiando as menos rentáveis. Na concepção do sistema, previa-se que o papel do BNH seria gradualmente reduzido à medida que os fundos estaduais fossem capazes de obter autonomia financeira, a partir do fluxo de tarifas gerado pelos investimentos. De fato, o BNH disponibilizou recursos abundantes para as CESBs na primeira década de existência do Planasa, o que permitiu a manutenção de tarifas baixas e a realização de investimentos. A lógica do Planasa mostrou-se fortemente voltada à construção e à ampliação dos sistemas, com menor ênfase nos aspectos de operação.

A ênfase na área de construção de sistemas em detrimento do setor de operações, que não era financiado pelo BNH, resultou numa posterior degradação dos sistemas e a um índice bastante elevado de perdas de água. A década de 1980 iniciou-se com um índice de cobertura dos serviços de abastecimento de água próximo a 80% da população urbana, ou seja, o Planasa atingira resultados concretos. Entretanto, já naquele momento vários fatores contribuíram para a deterioração da saúde financeira das companhias. As fontes de financiamento esgotaram-se acompanhando as dificuldades macroeconômicas, ao mesmo tempo em que terminaram as carências dos empréstimos obtidos nos anos anteriores e

aumentaram as despesas de amortizações e os encargos financeiros das dívidas. A ênfase anterior em construção, o uso político das companhias e o crescimento da inflação impuseram um ônus adicional sobre os custos de operação.

Em 1986, o BNH foi extinto. A Caixa Econômica Federal assumiu os antigos papéis do banco no tocante ao financiamento do setor e recebeu o Sistema Financeiro do Saneamento. Submetida a limitações orçamentárias mais severas, teve de reduzir sensivelmente a oferta de recursos. Em meio à crise do setor de saneamento do fim da década de 1980, destaca-se a introdução de dispositivo na Constituição de 1988 que definiu de forma ambígua que os municípios seriam responsáveis pelos serviços de interesse local.

O Planasa foi o único mecanismo articulado de financiamento e de modernização do setor de saneamento no Brasil. Após o seu colapso, as iniciativas governamentais revelaram-se pontuais e desarticuladas, enquanto a Política Nacional de Saneamento permaneceu por toda a década de 1990 sem regulamentação. Os recursos disponíveis no período vieram dos programas federais, do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço e das instituições de fomento, principalmente do Banco Mundial (Bird) e do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID).

Segundo Oliveira Filho, a década de 1990 foi de baixíssimos investimentos e de estagnação do crescimento da cobertura dos serviços. A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), também realizada pelo IBGE, apresenta a realidade da queda de investimento para o setor no Brasil. Na década de 1970, os aportes da União para o setor representavam 0,38% do produto interno bruto (PIB) brasileiro, aproximadamente duas vezes mais do que a média da década de 1990; em 2000, não ultrapassavam 0,25%.

Em 2003 e 2004, o Ministério das Cidades disponibilizou R\$ 4 bilhões, com recursos do FGTS, para tratamento de água, esgoto, coleta e tratamento de lixo. O montante é o maior volume de investimento para o setor nos últimos sete anos.

3.3 Urbanização do estado do Rio Grande do Sul – 1950 - 2000

A urbanização do Rio Grande do Sul acompanhou a tendência de crescimento brasileira. O número de habitantes urbanos, conforme o Atlas socioeconômico do Rio

Grande do Sul, em 1950, apresentava a taxa de urbanização do estado de 31,14%; progressivamente, a população gaúcha vem se concentrando nas cidades, tendo atingido em 2000 uma taxa de urbanização de 81,6%.

Foi durante a década de 1960 que a população urbana do estado ultrapassou a rural, mantendo a partir daí um crescimento constante. Em números absolutos, a população rural começou a decrescer na década de 70, permanecendo em queda, quando atingindo, no ano 2000, 1.874.899 habitantes. Atualmente, conforme Stohaecker (2002), a classe média tem migrado para as cidades de médio porte, como Caxias do Sul, Santa Cruz do Sul, Passo Fundo, que apresentam dinamismo econômico, por meio da geração de empregos, custo de vida razoável, serviços públicos de qualidade, centros universitários, atividades culturais e de lazer, proporcionando uma qualidade de vida superior à dos grandes centros.

Conforme Censo do IBGE (2000), existiam 10.187.798 habitantes no Rio Grande do Sul, tendo duplicado sua população em relação a 1960. A estimativa para 2004, pela FEE, foi de 10.630.979 habitantes. O estado ocupa o quinto lugar entre os estados brasileiros e vem mantendo essa posição desde 1940, à exceção de 1970, quando o Paraná ocupou o quinto e o Rio Grande do Sul, o sexto lugar, em razão principalmente à intensa emigração de gaúchos para outros estados nessa década.

O estado do Rio Grande do Sul está localizado no extremo meridional do Brasil, apresentando uma população, numa área de 281.748,5 km², que corresponde a 3,32% do território brasileiro. Possui uma grande diversidade cultural e de paisagens. Em sua formação étnica destaca-se a presença de descendentes de povos indígenas, africanos e europeus. O relevo apresenta altitudes que variam até 1.398 m; o clima subtropical caracteriza-se pelas baixas temperaturas e a vegetação é diversificada, com importantes áreas remanescentes da mata Atlântica e a existência de campos, que caracterizam a Campanha Gaúcha e as terras altas do Planalto Meridional.

Comparando os indicadores sociais conforme a FEE (2004), com os demais estados, o Rio Grande do Sul destaca-se pela baixa mortalidade infantil - 15 por mil, a maior expectativa de vida - 72 anos - e uma taxa de alfabetização superior a 92%. Esses dados colocam o estado num patamar privilegiado em termos de qualidade de vida no país.

A sua produção econômica também se destaca, com cerca de 8% do PIB nacional, o que coloca o estado em quarto lugar (ATLAS..., 2005). A economia rio-grandense possui

uma associação com os mercados nacional e internacional superior à média brasileira. Dessa forma, a participação da economia gaúcha tem oscilado conforme a evolução da economia nacional e também de acordo com a dinâmica das exportações.

A economia gaúcha é impulsionada por dois setores hegemônicos: a agropecuária e a indústria de transformação. O setor agropecuário gaúcho apresenta uma participação superior à média nacional, com 14,8% da estrutura do VAB em 2002, e possui forte associação com o setor agroindustrial. De acordo com estudos existentes, se somadas as atividades agroindustriais, essa participação chega a 30% da estrutura econômica. O setor industrial também possui grande relevância na economia gaúcha, participando com 39,7% do VAB, acima da média nacional, que fica em 38%. Destaca-se a importância da indústria, que participa com de 32,6% do VAB do estadual, com destaque para setores como mecânica e produtos alimentares.

Desenvolvimento regional

Com o intuito do desenvolvimento regional no Rio Grande do Sul foram criados os Conselhos Regionais de Desenvolvimento (COREDEs) implantados oficialmente pela lei 10.283 de 17 de outubro de 1994. Trata-se de um fórum de discussão e decisão a respeito de políticas e ações que visam ao desenvolvimento regional. Seus principais objetivos são a promoção do desenvolvimento regional harmônico e sustentável, a integração dos recursos e das ações do governo na região, a melhoria da qualidade de vida da população, a distribuição equilibrada da riqueza produzida, o estímulo à permanência do homem na sua região e a preservação e a recuperação do meio ambiente. A divisão regional é composta por 22 regiões.

O município de Passo Fundo faz parte da região da Produção, junto com os demais municípios: Almirante Tamandaré do Sul, Barra Funda, Camargo, Carazinho, Casca, Chapada, Ciríaco, Constantina, Coqueiros do Sul, Coxilha, David Canabarro, Ernestina, Gentil, Marau, Mato Castelhana, Muliterno, Nova Alvorada, Nova Boa Vista, Novo Barreiro, Novo Xingu, Palmeira das Missões, Pontão, Ronda Alta, Rondinha, Santo Antônio do Palma, Santo Antônio do Planalto, São Domingos do Sul, São José das Missões, São Pedro das Missões, Sarandi, Sertão, Vanini e Vila Maria.

Urbanização por Corede

A totalidade dos municípios com mais de cem mil habitantes apresenta alta taxa de urbanização, com destaque para Cachoeirinha e Canoas, com 100%.

Entre as regiões do estado, seis apresentam taxas de urbanização acima da média estadual: Vale dos Sinos, com 97,85%; Metropolitano Delta do Jacuí, com 95,54%; Fronteira Oeste, com 89,27%; Paranhana-Encosta da Serra, com 86,48%; Serra, com 82,72% e Sul, com 82,61%. Abaixo da média estão 17 regiões, com índices que variam de 77,36%, na região Central a, 43,87%, no Médio Alto Uruguai, única região onde a população é predominantemente rural.

Crescimento da população por Município

A taxa de crescimento anual no Brasil e no Rio Grande do Sul tem apresentado uma queda constante a partir da década de 1960. No estado, entre 1991 e 2000, foi de 1,23%, bem abaixo do período 1980-1991, quando foi de 1,48%. Dentre os municípios gaúchos, 195 apresentam taxas negativas, dos quais, 13 inferiores a 2%, indicando perda de população bastante acentuada; por outro lado, 70 municípios têm taxas superiores a 2%, significando um alto crescimento.

Constatam-se, portanto, duas tendências: um conjunto de municípios que cresceram bem acima da média do estado e outro que apresentaram decréscimo de população. No primeiro grupo observa-se um expressivo crescimento em 51 municípios distribuídos nas regiões do eixo Porto Alegre - Caxias do Sul. Deve-se salientar que, na região Metropolitana - Delta do Jacuí, somente Porto Alegre, com 0,92%, tem taxa inferior a 2% e bem abaixo da média do estado, mostrando-se menos atrativa aos migrantes que estão se dirigindo às cidades do entorno da região Metropolitana. Os municípios da região Metropolitana Porto Alegre continuam a apresentar alto crescimento demográfico, estando a maior parte deles acima da média estadual. Nova Santa Rita, com 5,30%, Eldorado do Sul, com 4,91%, e Dois Irmãos, com 4,80%, são os que mais cresceram e estão entre os primeiros do estado na última década.

3.4 Urbanização do estado de Santa Catarina

Nas últimas décadas, o Brasil passou por um forte processo de urbanização, e Santa Catarina não fugiu à regra. Vivem nas cidades, atualmente, 78,7% da população do estado. Esse movimento não ocorre sem problemas, pois a Fundação João Pinheiro estima que há um *deficit* habitacional de 120,4 mil moradias no estado, sendo a demanda em áreas urbanas de 100 mil.

Em razão do intenso processo de urbanização ocorrido a partir da década de 1970, atualmente 30% da população catarinense estão concentrados nas oito cidades que têm mais de cem mil habitantes. O estado de Santa Catarina está localizado na região Sul do Brasil, entre os paralelos 25°57'41" e 29°23'55", latitude Sul, e entre os meridianos 48°19'37" e 53°50'00", longitude Oeste. Limita-se ao norte com o estado do Paraná; ao sul, com o Rio Grande do Sul; a oeste, com a Argentina e, a leste, com o Oceano Atlântico, com uma extensão litorânea de 561,4 km.

O estado de Santa Catarina tem como capital administrativa Florianópolis e possui 293 municípios, desde 1º de janeiro de 1997. Devido a seus interesses administrativos, os municípios estão agrupados em 18 associações, que compõem a Federação dos Municípios de Santa Catarina - FECAM. Santa Catarina possui uma população estimada pelo IBGE (2000) de 5.333.284 habitantes e uma área de 95.318,3 km², que representa 1,13% da superfície do território brasileiro. O estado situa-se no centro dos principais mercados do Brasil e dos países do Mercosul.

A população do estado é, em sua maioria, descendente de europeus de diversas origens, com predominância de portugueses, italianos e alemães. O relevo apresenta altitudes que variam até 1.500 m; o clima, subtropical, caracteriza-se por estações bem definidas. A orografia (distribuição das montanhas) de Santa Catarina, a proximidade do mar e a variação de altitude são os grandes responsáveis pelas diferenças de clima existentes entre as diversas localidades do estado.

As características essenciais da economia estadual, segundo a Secretaria da Agricultura e Desenvolvimento do estado de Santa Catarina, são a diversificação de produtos com alta qualidade, a atualização tecnológica e a modernidade gerencial. As

unidades produtivas estão distribuídas por todo o território. As empresas industriais estão agrupadas em pólos regionais especializados, destacando-se o de cerâmica, o têxtil, o eletro-metal-mecânico, o agroindustrial, o de madeira e o de papel.

Santa Catarina está entre os seis principais estados produtores de alimentos e apresenta os maiores índices de produtividade por área. O setor agrícola representa 12,8% do PIB estadual; as atividades do agronegócio, no entanto, contribuem com cerca de 20% do PIB estadual. Na formação do valor bruto da produção agropecuária estadual, é a segunda principal atividade, participando com 19% do total. A forte aptidão florestal constituiu a base de importante pólo industrial de madeira, papel e móveis. Santa Catarina é o terceiro maior estado produtor de papel e celulose do país.

A cidade de Lages encontra-se no Planalto Serrano, a região que tem como atividades econômicas o turismo rural, a pecuária e a indústria florestal. Os principais municípios desta região são Lages, São Joaquim, Urubici e Bom Jardim da Serra. O Município de Lages faz parte da Associação dos Municípios da Região Serrana (AMURES), na qual residem 274.077 habitantes, distribuídos em 15 municípios, e Lages é considerado o pólo regional, pois contribui em 55% deste total. A população da Região Serrana representa 6,04% da população do estado (PBDEE, 1999). Os municípios que pertencem à Amures são Anita Garibaldi, Bocaiana do Sul, Bom Jardim do Sul, Bom Retiro, Campo Belo do Sul, Capão Alto, Cerro Negro, Correia Pinto, Lages, Otacílio Costa, Paineira, Palmeira, Ponte Alta, Rio Rufino, São Joaquim, São José dos Cerritos, Urubici e Urupema. Com uma área total de 16.271,90 Km², a região Serrana é a maior região do estado, ocupando 17,04 % da área (PBDEE, 1999).

O equilíbrio e dinamismo da economia catarinense refletem-se nos elevados índices de crescimento, alfabetização, emprego e renda *per capita*, muito superiores à média nacional. Números que surpreendem e complementam o perfil fascinante de um dos mais produtivos e belos estados brasileiros.

3.5 Instrumentos da política urbana

Entende-se como “política urbana” a ação de governo consubstanciada num conjunto de instrumentos urbanísticos, tributários e jurídicos, com o intuito de ordenar o desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, dentro dos parâmetros de justiça social e de equilíbrio ambiental.

O processo de urbanização em curso no país vem revigorando o planejamento local, que determina como instrumento básico para o desenvolvimento e expansão urbana o Plano Diretor (PD). O crescimento acelerado decorrente da urbanização torna o PD importante instrumento para estruturação das políticas públicas municipais.

O Estatuto da Cidade, lei nº 10.257/01, regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, pretendendo focar a nova concepção de Planos Diretores (PD) e as possibilidades de êxito perante o presente momento, quando os PD encontram-se defasados e não correspondem à atualidade do conceito de urbano. O Estatuto da Cidade atribui ao município a competência para a explicitação da concepção da cidade que se pretende no futuro. Portanto, conforme Strohaerker (2003), a dimensão política e a mobilização da sociedade são responsáveis pelo processo de construção e implementação do principal instrumento de desenvolvimento e expansão urbana, ou seja, o Plano Diretor.

Além do Plano Diretor, existem outros instrumentos de política urbana que o poder público pode utilizar, tais como:

- planos nacionais, regionais e estaduais de ordenação territorial e de desenvolvimento econômico e social;
- planejamento das regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões.

Planejamento municipal:

- plano diretor;
- parcelamento do uso e ocupação do solo;

- zoneamento ambiental;
- plano plurianual;
- diretrizes orçamentárias e orçamento anual;
- gestão orçamentária participativa;
- planos, programas e projetos setoriais;
- plano de desenvolvimento econômico e social.

Institutos tributários e financeiros:

- impostos sobre a propriedade predial e territorial urbana (IPTU);
- contribuição de melhoria;
- incentivos e benefícios fiscais e financeiros.

Institutos jurídicos e políticos

- desapropriação;
- servidão administrativa;
- limitações administrativas;
- tombamento de imóveis ou de mobiliário urbano;
- instituição de unidades de conservação;
- instituição de zonas especiais de interesse social;
- concessão do direito real de uso;
- concessão de uso especial para fins de moradia;
- parcelamento, edificação ou utilização compulsórios;
- usucapião especial de imóvel urbano;
- direito de superfície;
- direito de preempção;
- outorga onerosa do direito de construir e de alteração de uso;
- transferência do direito de construir;
- operações urbanas consorciadas;
- regularização fundiária;

- assistência técnica e jurídica gratuita para as comunidades e grupos sociais menos favorecidos;
- referendo popular e plebiscito;
- estudo prévio de impacto ambiental (EIA) e estudo de impacto de vizinhança (EIV).

Os instrumentos de políticas urbanas são de competências distintas (na esfera da União, dos Estados e dos Municípios) com finalidades específicas (tributárias e financeiras, urbanísticas, jurídicas e políticas), objetivando, conforme Oliveira (apud STROHAERKER, 2003), o direito à cidade e a distribuição equilibrada dos benefícios e ônus decorrentes do processo de urbanização. Todos esses instrumentos devem ser aprovados pelo Poder Legislativo através de leis específicas para terem validade jurídica. Afirma Strohaerker (2003) que a política urbana está consubstanciada numa rede de instrumentos legais que se complementam e se inter-relacionam com o intuito de balizar o crescimento e o desenvolvimento urbano.

As cidades que devem elaborar ou atualizar seus Planos Diretores tiveram um prazo de cinco anos, decorridos desde a promulgação do Estatuto da Cidade, em 2001, ou seja, até 2006. Na concepção do atual Plano Diretor, deve ser contemplada a participação da sociedade e dos diversos segmentos urbanos.

A concepção atual do Plano Diretor se destinge daquela visão inicial de instrumento jurídico complexo, hermético em sua forma e conteúdo, inteligível apenas para os especialistas, objetivando resolver todos os problemas de cunho local através da idealização de um modelo elitista da cidade. Atualmente o Plano Diretor é entendido como um instrumento potencializador do desenvolvimento local, a partir da compreensão integradora dos fatores políticos, econômicos, ambientais, culturais, institucionais e sociais que dão identidade àquele território, incorporando a cidade real à cidade legal (STROHAERKER, 2003).

A concepção do Plano Diretor, segundo o Estatuto da Cidade, visa abordar não apenas a cidade legal, mas a cidade real, aquela onde moramos, onde existem áreas irregulares, a qual não era considerada, pois os planos diretores abordavam apenas a cidade legal, onde a ocupação é permitida por lei. A nova concepção dos planos diretores visa ao

realismo, não à utopia da cidade ideal, reconhecendo a diversidade socioeconômica. Anteriormente à promulgação da lei 10.257 a cidade era entendida como um palco de interesses distintos, muitas vezes conflitantes entre os diversos agentes envolvidos com a produção e o uso do espaço urbano.

A participação popular nas diferentes etapas que constituem o processo de elaboração do PD, como votação, implementação, gestão e publicação dos documentos e informações pertinentes, amplia a possibilidade de inserção da sociedade civil organizada na construção de sua cidadania. Para o melhor entendimento das diversas classes da população envolvidas na elaboração, o PD deve ter uma linguagem clara e objetiva, não devendo apenas contemplar a área urbana, mas também a rural, envolvendo todo o seu território.

Na metodologia aplicada à nova concepção da elaboração do PD, deve haver uma divisão do território em unidades territoriais que expressem o uso e ocupação do solo. Portanto, deve dispor de um sistema de informação espacializado para cada unidade territorial, o qual deve contemplar levantamento de dados, entre eles os relativos a infraestrutura, em que devem ser considerados: sistema viário, sistema de transportes públicos, sistema de captação e tratamento de água e esgoto, iluminação pública, redes de abastecimento de gás canalizado, de telecomunicações e telemática.

Devem ser consideradas a compatibilização entre a capacidade de infra-estrutura instalada, as condições do meio físico, as necessidades de preservação ambiental, de patrimônio histórico e as características de uso e ocupação já existentes (capacidade de densificação), o que deve ser motivo de atenção redobrada dos diversos agentes envolvidos para tornar o território potencialmente desenvolvido, mas também qualificado ambientalmente. Para Strohaerker (2003), a mudança substantiva na concepção do Plano Diretor reside no entendimento de que o espaço urbano, apesar de ser único, apresenta diversidades econômicas, sociais e culturais. Do modelo de “cidade ideal”, adotado no planejamento urbano nas décadas passadas, sinônimo de cidade elitista e segregadora, passa-se para a idéia da “cidade do possível”, reconhecendo as potencialidades e os limitações ao desenvolvimento urbano.

O Estatuto da Cidade é a lei nº 10.257, que “estabelece diretrizes gerais da política urbana”, foi sancionada em 10/7/2001 pelo presidente da República. Preocupa-se com “o

pleno desenvolvimento das funções sociais das cidades” e “garante o direito a cidades sustentáveis”. Em vários artigos e parágrafos, esse direito é especificado: direito à terra, à moradia, ao saneamento ambiental, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer. Entre outras, a lei se propõe ordenar e controlar o uso do solo de forma a evitar a deterioração das áreas urbanizadas, a poluição e a degradação ambiental.

De acordo com o art. 50 do Estatuto da Cidade, os administradores terão o prazo de cinco anos, contados de 2001, para proceder à adequação dos planos diretores às regras do Estatuto da Cidade. Constitui-se o Estatuto da Cidade num avanço social sem precedentes, que tem por finalidade e objetivo promover o planejamento urbano de forma sustentável, tendo como meta principal a qualidade de vida das pessoas que moram em aglomerados urbanos e em cidades com mais de 20.000 habitantes. Outra finalidade do Estatuto da Cidade é a busca e a proteção ambiental como forma de melhorar a qualidade de vida. Ao administrador público é facultado, pelos instrumentos que lhe foram outorgados pela lei, implementar em sua cidade um planejamento urbano sustentável, buscando dar às propriedades ociosas uma função social compulsória, acabando com os vazios urbanos e a especulação imobiliária (ESTATUTO DA CIDADE, 2001).

No Estatuto da Cidade, além da legislação até então vigente, podem ser consideradas novidades: a introdução do Imposto predial e territorial urbano (IPTU) progressivo no tempo, mecanismos especiais de desapropriação, reforço do direito usucapião individual e coletivo, o estudo do impacto de vizinhança, entre outras inovações.

A adoção desse instrumento pode representar uma luz no fim do túnel para as cidades, que, em vão, tentam enfrentar a expansão horizontal ilimitada, avançando vorazmente sobre áreas frágeis ou de preservação ambiental, o que caracteriza nosso urbanismo selvagem e de alto risco. “Que cidade média ou grande de nosso país não tem uma ocupação precocemente estendida, levando os governos a uma necessidade absurda de investimentos em ampliação de redes de infra-estrutura?” (ROLNIK, 2001).

Ainda no campo dos instrumentos urbanísticos, o estatuto consagra a idéia do “solo criado” (quando se confere a um determinado imóvel um incremento no seu coeficiente de aproveitamento, o procedimento equivale à consideração que se está entregando ao proprietário mais área que a real do terreno) através da institucionalização do direito de superfície e da outorga onerosa do direito de construir. A idéia é se as potencialidades dos

diferentes terrenos urbanos devem ser distintas em função da política urbana (áreas que, em função da infra-estrutura instalada, devem ser adensadas; áreas que não podem ser intensamente ocupadas por apresentarem alto potencial de risco - de desabamento ou alagamento, por exemplo), evitando que os proprietários sejam penalizados ou beneficiados individualmente por essa condição, que independe totalmente de sua ação sobre o terreno (SILVA, 1999).

3.5.1 Plano Diretor

O Plano diretor de um município deve ser um instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana, para estabelecer normas e diretrizes para o pleno desenvolvimento da cidade.

O Plano Diretor de Desenvolvimento urbano do município de Lages, Santa Catarina (PDDUL), pela lei municipal de nº 1362, de 12 de julho de 1988, estabelece diretrizes, normas e critérios para o uso e ocupação do solo urbano do município e dá outras providências. A lei tem por objetivo ordenar a expansão urbana e promover o aproveitamento da infra-estrutura urbana. Entre os objetivos do plano estão a promoção da melhoria da qualidade de vida da população, mediante a reestruturação urbana, adequando-a ao crescimento econômico e demográfico da sede do município, e evitar o crescimento urbano desordenado, evitando os “vazios urbanos”. No que se refere à rede viária, o objetivo do plano é possibilitar a rápida e eficiente circulação de pessoas e veículos entre as zonas de uso, facilitando a integração da população residente (LAGES, 1988).

No município de Passo Fundo, no Rio Grande do Sul, está em fase de aprovação o III Plano de Desenvolvimento Urbano do Município. Está em vigor, no momento, a lei nº 2.133, de dezembro de 1984, a qual visa ordenar o espaço físico urbano ou de fins urbanos e de expansão urbana, com a finalidade de proporcionar um desenvolvimento integrado, com o aumento da qualidade de vida da população, dando melhores condições de desempenho às funções urbanas. É importante salientar que o poder público do município e a sociedade local já se preocupavam com o desenvolvimento urbano desde a década de 1950, pois possui PD desde 1953, o qual sofreu alterações no II Plano Diretor em 1984, visando atender às novas necessidades da cidade.

3.6 Características das cidades a serem estudados

3.6.1 Passo Fundo

Passo Fundo está localizado no norte do estado do Rio Grande do Sul, a 293 km da capital, Porto Alegre. A cidade é considerada um pólo de desenvolvimento socioeconômico e faz parte da rota do Mercosul, localizando-se num dos principais eixos econômicos da América do Sul, formada por Buenos Aires e São Paulo - Rio de Janeiro. O município destaca-se na área de saúde, educação e eventos culturais. A população da cidade de Passo Fundo, estimada pelo FEE (Fundação de Econômica Estatística, 2003), foi de 174.855 habitantes dos quais, 97,4% estavam domiciliados na área urbana, e sua área territorial é de 780 Km².

Dados relativos à infra-estrutura urbana revelam que apenas 15.475 domicílios estão ligados à rede de esgoto e 46.824, à rede geral de abastecimento de água. O número de domicílios particulares permanentes estimado pelo IBGE (2000 – 2001) resultou em 49.598 domicílios. Com um comércio expressivo e aperfeiçoando constantemente sua infra-estrutura, considerada uma das mais importantes do estado, destacando-se como prestadora de serviços.

A cidade teve sua história caracterizada por pequenas e médias propriedades agrícolas, apresentando nos últimos anos uma transformação na sua estrutura produtiva, passando de uma economia estritamente agrícola para um amplo desenvolvimento urbano, baseado no comércio, indústria e serviços. A fundação do povoado de Passo Fundo, segundo GEHM (198?), aconteceu em 23 de agosto de 1834, após a inauguração da capela de Nossa Sra. Aparecida do Passo Fundo, em terras de Mitra, doadas pelo capitão Manoel José das Neves, primeiro povoador. Após a construção da capela o lugar foi urbanizado, sob a direção do Joaquim Fagundes dos Reis.

A emancipação da cidade aconteceu 23 anos depois, no dia 7 de agosto de 1857, e surgiu como um local de parada e passagem de tropeiros, comerciantes e viajantes, desenvolvendo-se como uma cidade prestadora de serviços e localizada no Planalto Médio do Rio Grande do Sul.

A análise do crescimento da área urbana de Passo Fundo, segundo Kalil (2001), remete para uma intensa expansão nas últimas quatro décadas, resultando em melhoramentos e modificações na área urbana central, os quais necessitaram da elaboração do I Plano Diretor da cidade, em 1953. No II Plano Diretor em 1984, passou-se a incluir no perímetro, além do centro, as vilas, loteamentos e bairros oficiais. Atualmente, está em fase de elaboração o III Plano Diretor da cidade, o qual tem o intuito de atender às novas necessidades urbanas e às diretrizes impostas pelo Estatuto da Cidade.

Foi a partir da década de 1950 que o centro urbano, localizado ao longo da avenida Brasil, começou a se expandir. Conforme Kalil (2001), num primeiro momento surgiram novos bairros, acompanhando as vias de acesso à cidade, bem como ao longo da estrada de ferro instalada no início do século.

A mesma autora relata que a expansão urbana ocorreu motivada por fatores locais e de acesso à cidade, de maneira irregular e ao longo das vias, deixando a cidade repleta de vazios urbanos entre as vias principais de acesso à cidade, em zonas menos valorizadas ou propositalmente mantidas desocupadas. A maioria da criação dos novos bairros decorreu da especulação imobiliária em áreas mais distantes, desconectadas entre si e carentes de infra-estrutura urbana.

O mercado da indústria da construção civil supre as necessidades da população e garante, segundo Kalil (2001), o atendimento ao mercado imobiliário e a construção das edificações para diversos usos assentadas em locais que possuem os serviços básicos de infra-estrutura, rede de abastecimento de água e energia elétrica, pavimentação e iluminação das redes públicas serviço de transportes coletivos, e outros. A cidade é atrativa pelos serviços de educação, saúde e oportunidades profissionais que oferece; as classes médias e alta localizam-se nas zonas centrais e em bairros bem localizados; por sua vez a população de menor renda contribui para a expansão urbana periférica, seja adquirindo lotes oficializados, seja invadindo áreas livres, públicas ou privadas, distantes ou de risco, formando favelas (KALIL, 2001).

3.6.2 Lages

A população do município de Lages, segundo o IBGE (2001), é de 165.068 habitantes, dos quais 153.582 estão instalados no perímetro urbano. A área territorial do município tem 2.644 Km² e a densidade demográfica é estimada em 17,66 habitantes/ km². No que se refere à infra-estrutura urbana, ainda seguindo a pesquisa do IBGE (2001), apenas 16.832 domicílios particulares permanentes possuem ligação com a rede de esgoto e 40.418 estão ligados à rede de abastecimento de água. O total de domicílios está estimado em 43.063.

Para um melhor entendimento sobre o histórico da cidade a Prefeitura Municipal disponibiliza em *site* oficial as seguintes informações;

(...) a região de Lages era conhecida como a continuação dos famosos campos das Vacarias, onde existia enorme quantidade de gado Vacum Selvagem, oriundos das missões guaranílicas. Os chamados Campos das Lagens, um vasto território que compreende vários municípios de Santa Catarina, originalmente pertencia à Espanha (...). Correia Pinto assumiu o compromisso de fundar o povoado na região de Lages. Aos 22 de Novembro de 1766, dá início a uma nova povoação sob a invocação de Nossa Senhora dos Prazeres das Lajens. A 22 de Maio de 1771, é elevada a categoria de Vila. Somente por Alvará Real de 09 de Setembro de 1820, Lages passou a pertencer à Capitania de Santa Catarina. A 25 de Maio de 1860 é elevada a categoria de cidade chamada de Campos de Lajens devida à abundância de Pedra Laje (arenito) em certos pontos da região. Em 1960, pôr decreto assinado pelo Sr. Prefeito Vidal Ramos Júnior, ficou estabelecido o topônimo de Lages com *G*. Lages foi colonizada por Paulistas e espanhóis (<www.cidadelages.com.br>, acesso em 09 de jan. 2005).

Lages passou à condição de município em 9 de setembro de 1860, sendo o quarto município criado em Santa Catarina. A cidade sempre foi conhecida por suas tradições na pecuária, mas durante muito tempo o que apoiava o desenvolvimento da cidade era a extração de madeira. Como o corte era desordenado e não existia o replantio, as fontes foram se esgotando e, desde meados da década de 1970 a economia lageana está buscando uma nova identidade.

O turismo é uma das grandes vedetes da cidade, é o "ramo industrial" que mais cresce na cidade atualmente. A rede hoteleira está se modernizando e o turismo rural é marca registrada de Lages (GUIALAGES).

3.7 Avaliação pós-ocupação como ferramenta de pesquisa

A avaliação pós-ocupação serviu como ferramenta para o desenvolvimento da metodologia proposta.

3.7.1 Avaliação pós-ocupação

A avaliação pós-ocupação vem sendo aplicada sistematicamente nos países desenvolvidos, a exemplo dos EUA, Canadá, França, Inglaterra e Japão, como realimentação do processo projetual, definindo diretrizes para novos projetos semelhantes e como instrumento de correção de problemas encontrados no ambiente construído. Apresenta como princípio o fato de que edifícios e espaços livres postos em uso, qualquer que seja a função, devem estar em permanente avaliação, quer do ponto de vista construtivo e espacial, quer do ponto de vista de seus usuários (ANTAC, 2005).

As metodologias de APO diagnosticam aspectos positivos e negativos do ambiente construído a partir da avaliação de aspectos técnico-construtivos, econômicos, funcionais, estéticos e comportamentais, tendo em conta o ponto de vista dos diversos agentes, mas, sobretudo, dos projetistas, clientes e usuários. Prioriza aspectos de uso, operação e manutenção, considerando essencial o ponto de vista do usuário. A APO está baseada em princípios de avaliação, desempenho, controle de qualidade e psicologia ambiental. A avaliação pós-ocupação (APO) é definida como o processo de avaliação de edifícios de forma sistemática após ter sido construído e ocupado.

A APO surgiu da psicologia ambiental, tendo em vista a análise da influência do ambiente no comportamento do indivíduo. Assim, no final da década de 1940, com a construção em larga escala de conjuntos habitacionais que não satisfaziam às expectativas dos usuários, iniciou-se nos Estados Unidos, por iniciativa de psicólogos e geógrafos, pesquisas em APO do ambiente construído, de caráter exploratório (ORNSTEIN, 1992).

Segundo Ornstein (1993 apud ARAÚJO, 2004), em meados da década de 1950, a pesquisa sobre APO tornou-se sistemática, sendo consideradas marcos desta década a publicação *The silence language*, em 1959, do antropólogo Edward T. Hall, e a associação do arquiteto Miller e do psicólogo Wheeler para o desenvolvimento do projeto dos

alojamentos para estudantes da Universidade de Indiana, em 1958. No final desta década, a APO chegou à França com um enfoque sociopolítico-cultural, e à Grã-Bretanha, com um caráter psicológico-ambiental.

No início da década de 1960, a APO passou a ter caráter ainda mais interdisciplinar, relacionando metodologia de projeto, psicologia da arquitetura e ecologia. Segundo Preiser (1989 apud ARAÚJO, 2004), os primeiros estudos interdisciplinares realizados nesta década obtiveram destaque à medida que os problemas detectados nos edifícios estudados foram mitigados, promovendo melhorias significativas nos ambientes. Destaca-se a aplicação da APO nos dormitórios de estudantes em Berkeley, realizada por Van der Ryn, em 1967. Ainda nessa década, visando minimizar os problemas das grandes metrópoles, a psicologia ambiental com um enfoque filosófico-cultural chegou ao Japão (ALMEIDA, 1994).

Na década de 1970, ocorreu o aperfeiçoamento da metodologia da APO, aumentando o escopo, o número e tamanho dos estudos. Nos Estados Unidos, é grande a aplicação desta metodologia em prédios públicos. Durante a década de 1980, a aplicação da APO tornou-se rotineira nos Estados Unidos, tanto por agências governamentais quanto por companhias privadas, passando a ser utilizada como ferramenta para a padronização de operações no gerenciamento de sistemas prediais. Somente na década de 1970 é que se iniciou o interesse acadêmico pela APO na América Latina, destacando-se o México e a Venezuela, seguidos do Brasil e da Colômbia. No final desta década tiveram início as pesquisas nessa área no Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), em São Paulo (ORNSTEIN, 1993).

No Brasil a APO, como método de aferição das relações do ambiente e comportamento, surgiu em 1984, com a primeira disciplina de pós-graduação na área, Avaliação Pós-Ocupação de Edifícios, ministrada na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP). Inicialmente, o enfoque relacionava-se muito mais com as características técnicas e funcionais, o espaço físico e o conforto ambiental do que com os aspectos comportamentais dos usuários.

Segundo Almeida (1994), os métodos de APO propostos para nossa realidade abrangeram características muito mais técnicas e funcionais do que comportamentais, porque os pesquisadores brasileiros acreditavam ser mais importante resolver problemas

relativos ao espaço e ao conforto ambiental do que abranger fatores comportamentais e psicológicos.

Outras instituições, sobretudo a partir de meados da década de 1990, têm apresentado atividades de ensino nessa área, dentre as quais se destacam: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, com o Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação (NORIE), Universidade Federal de Pernambuco, Universidade de Brasília e Universidade Estadual de Campinas, entre outras.

Ao longo dos anos, percebe-se que os objetos de estudo da APO no Brasil foram se diversificando, conforme trabalhos apresentados nos eventos da Associação Nacional de Tecnologia e Ambiente Construído (ANTAC) e do Núcleo de Pesquisa Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (NUTAU - USP), tendo sido avaliados vários tipos de edificações. Para Medvedovski (1998), a avaliação de espaços exteriores deve considerar o conjunto de elementos estruturadores do urbano, entre os quais encontra a infra-estrutura urbana (pavimentação, água, esgoto, fornecimento de energia, entre outros). Deve incluir a avaliação técnica, bem como considerar os aspectos relativos ao uso do solo.

3.7.2 Níveis de APO

Indicativa ou curto prazo: Envolve visitas exploratórias; entrevistas com usuários-chave, e indica de aspectos positivos e negativos.

Investigativo ou médio prazo: Ações da indicativa; interações detalhadas; entrevistas com vários tipos de usuários; uso de padrão de desempenho.

Processual ou de longo prazo: Envolve ações investigativas em diversos períodos, com comparações de modificações físicas e administrativas adotadas, inclusive com acompanhamento estatístico. É ideal para acompanhamento, implementação e atualização de Planos Diretor.

Segundo Carvalho (2005), as principais vantagens da aplicação de APO são:

- Recomenda melhoras nos processos construtivos:

- envolve projetistas;
- conscientiza usuários-chave;
- controla a qualidade do ambiente construído;
- auxilia no desenvolvimento de manuais de manutenção, operação e projeto.

Conclusões parciais

A revisão bibliográfica através deste dois capítulos, acrescentou o embasamento teórico necessário referente as redes de infra-estrutura urbana e o processo de urbanização e saneamento do Brasil e dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Foram abordados os instrumentos urbanísticos que servem como suporte para a urbanização ordenada e para os investimentos destinados à infra-estrutura. A referência sobre a Avaliação Pós-Ocupação (APO) serviu como mediadora para a elaboração das metodologias da pesquisa.

4 MÉTODOS E MATERIAIS

4.1 Métodos e técnicas utilizados

A pesquisa é descritiva e diagnóstica de caráter exploratório e qualitativo. Os métodos utilizados foram de campo e gabinete:

Trabalhos de campo;

- levantamento de arquivo;
- levantamento da rede de infra-estrutura existentes;
- registros fotográficos;
- preenchimento das fichas de observação;
- aplicação dos questionários de satisfação;

Trabalhos de gabinete;

- revisão bibliográfica;
- seleção das cidades e áreas para o estudo de caso;
- avaliação dos questionários;
- processamento dos dados do estudo de caso;
- diagnóstico.

4.2 Seleção das cidades em estudo

O tema da pesquisa é importante para o desenvolvimento urbano de Passo Fundo, RS, e Lages, SC, pois pode minimizar os problemas gerados pela carência de informações, o que acaba por resultar na deficiência do gerenciamento dos serviços prestados pelas redes de

infra-estrutura analisadas e em falhas no processo de desenvolvimento urbano diante do Plano Diretor, o qual deve ser revisto constantemente. Existem poucos estudos sobre a qualidade técnica e de satisfação dos usuários em relação à infra-estrutura urbana que envolvam profissionais capacitados nas cidades do interior. Espera-se que a partir deste estudo possam ser desenvolvidos futuros trabalhos que visem à melhoria do desenvolvimento urbano municipal e regional.

4.2.1 Critérios para a escolha das cidades para estudo de caso

Partiu-se do princípio de se realizar a pesquisa na cidade de Passo Fundo, local da instituição de ensino onde se realiza o curso de mestrado, a Universidade de Passo Fundo (UPF) a qual possui grande interesse por estudos regionais, sempre visando ao desenvolvimento urbano da cidade. Dessa maneira, foi definido que seriam analisadas cidades de médio porte com características semelhantes principalmente em relação à população, à colonização, à topografia, à altitude, ao clima e ao IDH – Índice de Desenvolvimento Humano. Definidos esses requisitos, a cidade de Lages, SC, foi a mais aproximada para a realização da análise comparativa com a cidade de Passo Fundo, RS.

A área de abrangência do estudo foi definida, inicialmente, pela escolha da cidade similar a Passo Fundo. Em seguida, foram definidos dois bairros de cada cidade, os quais são um de baixa renda com habitação popular implantada pela Prefeitura Municipal e outro bairro destinado a habitações de alto padrão ou bairro nobre, ambos preferencialmente implantados posteriormente à década de 1980, em razão da dificuldade de acesso a projetos.

Nas figuras 21 e 22 podem ser visualizados os mapas da cidade de Passo Fundo, RS e Lages, SC respectivamente.

