



UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE ENGENHARIA E ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
Área de Concentração: Infraestrutura e Meio Ambiente

JOSÉ HENRIQUE BASSANI

TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS DE DRENAGEM URBANA
APLICÁVEIS ÀS CIDADES DE PEQUENO PORTE

Passo Fundo
2013

JOSÉ HENRIQUE BASSANI

**TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS DE DRENAGEM URBANA
APLICÁVEIS ÀS CIDADES DE PEQUENO PORTE**

Orientador: Prof. Dr. Juan José Mascaró

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental para obtenção do grau de Mestre em Engenharia na Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo na Área de concentração Infraestrutura e Meio Ambiente.

Passo Fundo
2013

JOSÉ HENRIQUE BASSANI

TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS DE DRENAGEM URBANA
APLICÁVEIS ÀS CIDADES DE PEQUENO PORTE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia para obtenção do grau de Mestre em Engenharia na Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo na Área de concentração Infraestrutura e Meio Ambiente.

Data da aprovação: 19 de junho de 2013.

Os componentes da Banca Examinadora abaixo aprovaram a Dissertação.

Prof Dr. Juan José Mascaró
Orientador

Profa. Dra. Rosa Maria Locatelli Kalil
Universidade de Passo Fundo - UPF

Prof. Dr. Adalberto Pandolfo –
Universidade de Passo Fundo - UPF

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

Passo Fundo
2013

DEDICATÓRIA

Aos Professores do Programa de Pós Graduação em Engenharia da Universidade de Passo Fundo, em especial ao Professor Doutor Juan José Mascaró, dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida e capacidade intelectual, aos meus pais pelos cuidados e formação para a vida, à minha família pelo apoio, a todos os professores pregressos pela contribuição na formação do conhecimento, aos amigos e colaboradores e a todos que me incentivaram na obtenção desta qualificação acadêmica, em especial aqueles que alcançaram dados, material bibliográfico, desenhos, fotos e revisões e em especial à Prefeitura Municipal de Tapejara, na pessoa do Sr. Prefeito Municipal, da Chefia de Gabinete, à equipe técnica do Setor de Engenharia, e do Departamento de Meio Ambiente.

RESUMO

Os sistemas drenantes são essenciais na infraestrutura urbana, mas seu desempenho inadequado produz alagamentos, prejuízos econômicos, ambientais e até perda de vidas humanas. As cidades de pequeno porte por falta de estrutura técnica e financeira, geralmente negligenciam a construção de infraestruturas sólidas e o uso de tecnologias com sustentabilidade ambiental. O crescimento das cidades produz o adensamento da área já urbanizada e avança em seu entorno, aumentando a impermeabilidade do solo nas bacias hídricas do espaço geográfico onde se localiza. Os elementos construtivos de drenagem pluvial nas áreas de urbanização consolidada em geral são antigos e apresentam dimensionamentos que já não atendem a crescente urbanização. Os elevados custos de intervenção para a substituição ou ampliação dimensional dos elementos de infraestrutura de drenagem urbana pelos processos tradicionais inviabilizam essas tecnologias, consideradas ultrapassados por seus impactos e consequências ambientais.

As tecnologias consideradas alternativas para os sistemas de drenagem pluvial buscam reduzir os impactos sobre o ciclo da água nas áreas urbanas, servindo como importante complemento aos sistemas tradicionais, em especial nas cidades de pequeno porte em rápido processo de crescimento populacional, onde a aplicação destas soluções podem produzir seus efeitos antes da ocorrência frequente dos estados críticos de alagamentos.

O trabalho apresenta soluções possíveis de aplicabilidade em cidades de pequeno porte, com proposta de metodologia e estudo de caso feito na cidade de Tapejara, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Os resultados demonstram que as tecnologias não tradicionais em drenagem urbana são recomendáveis e necessárias, e servem para a revitalização do uso da infraestrutura já construída, reduzindo custos e mitigando as intervenções antrópicas dos ambientes urbanos.

Palavras chave: sistemas drenantes; drenagem, drenagem urbana; drenagem sustentável, drenagem alternativa, drenagem pluvial, águas urbanas de chuva, cidades de pequeno porte; Tapejara.

ABSTRACT

The drainage systems are essential in urban infrastructure, but its poor performance produces flooding, economic losses, environmental and even loss of life. The small towns for lack of technical and financial structure, often neglect to build strong infrastructures and the use of technologies with environmental sustainability. The growth of cities produces the densification of already urbanized area and moves around it, increasing the impermeability of the soil in the watersheds of the geographical area where it is located. The constructive elements of stormwater drainage in the areas of consolidated urbanization in general are old and have already sizing that do not meet the growing urbanization. The high intervention costs for the replacement or expansion of the dimensional elements of urban drainage infrastructure by traditional processes unfeasible these technologies, considered outdated by their impacts and environmental consequences.

The technologies considered alternatives for stormwater drainage systems seek to reduce impacts on the water cycle in urban areas, serving as an important complement to traditional systems, especially in small towns in process of rapid population growth, where the application of these solutions may produce its effects before the frequent occurrence of critical states of flooding.

The paper presents possible solutions to applicability in small towns, with proposed methodology and case study in the town of Tapejara, State of Rio Grande do Sul, Brazil. The results demonstrate that the non-traditional technologies in urban drainage are advisable and necessary, and serve to revitalize the use of the infrastructure already built, reducing costs and mitigating anthropogenic interventions of urban environments.

Keywords: drainage systems, drainage, urban drainage, sustainable drainage, drainage alternatively, storm drainage, urban water rain, small towns; Tapejara.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1. Considerações Iniciais	10
1.2. Problema da Pesquisa.....	11
1.3. Justificativa.....	12
1.4 Objetivos	14
1.4.1 Objetivo Geral	14
1.4.2 Objetivos Específicos	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 O ciclo das águas	16
2.2 As chuvas no meio urbano	18
2.3 Aspectos históricos da Engenharia de Águas	21
2.4 As cidades de pequeno porte e a sustentabilidade	23
2.5 A sustentabilidade e seus aspectos legais	26
2.6 A urbanização brasileira e as infraestruturas urbanas.....	28
2.7 Os sítios urbanos das cidades de pequeno porte	31
2.8 Sistemas convencionais de drenagem pluvial	33
2.9 Dispositivos para redes pluviais considerados alternativos, ou não convencionais	35
2.9.1 Dispositivos Não Convencionais de Redes Pluviais	37
2.9.2 Medidas de controle estruturantes e não estruturantes.....	50
2.10 Gestão dos processos de drenagem de águas pluviais	51
2.11 Os custos das soluções para drenagem urbana	57
2.12 Aplicação da Análise Pós Ocupação.....	59
3. MÉTODOS E PROCESSOS	61
3.1 Definição de região geográfica para escolha de cidade estudo de caso:.....	61
3.1.1 Critérios de escolha de cidade para estudo de caso e aplicação da metodologia	62
3.2 Metodologia de coleta das referências gerais da cidade escolhida	64
3.3 Dados cadastrais específicos	67
3.4 Compilação dos resultados.....	68
4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E PROPOSTAS	70
4.1 O Município de Tapejara – diagnóstico geral	70
4.2 A Legislação e plano diretor do Município de Tapejara.....	61

4.3 As bacias hidrográficas	75
4.4 As Bacias hídricas da zona urbana e o atual estágio de intervenção	78
4.4 A malha urbana de Tapejara.....	88
4.5 As quadras e sua ocupação	92
4.6 Diagnóstico da quadra de referência de estudo situada na área central	94
4.6.1 Morfologia, uso e ocupação do solo	94
4.6.2 Cadastramento da ocupação do solo	97
4.6.3 Análise da infraestrutura urbana existente	105
4.6.4 Sistema de drenagem existente na região central.....	107
4.6.5 A quadra central e a infraestrutura de drenagem	119
4.7 Percepção dos usuários sobre sistema de drenagem e eventos extremos.....	123
4.8 Análise dos resultados	137
4.9 Diagnósticos dos problemas de drenagem urbana identificados em Tapejara.....	138
4.10 Atualização de valores comparativos de custos para os sistemas drenantes.....	138
4.11 Recomendações para manutenção dos recursos hídricos e uso de sistemas drenantes alternativos aplicáveis à Tapejara	141
4.12 Propostas de soluções ao sistema de drenagem urbana de Tapejara.....	143
4.13 Recomendações para estudos futuros	145
5. CONCLUSÕES.....	146
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	148
7. APÊNDICE	153
7.1 APÊNDICE - A	153
7.2 APÊNDICE - B.....	154
7.3 APÊNDICE - C	155
7.4 APÊNDICE – D.....	156
7.5 APÊNDICE - E.....	157

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações Iniciais

A vida na terra está diretamente vinculada à existência da água. “As reações bioquímicas de cada célula viva ocorrem em solução aquosa: ela é o meio de transporte para os nutrientes de que uma célula necessita e para os resíduos que ela excreta” (SPIRO, 2009). Embora o planeta terra tenha sido chamado planeta água, 97% da água existente encontra-se nos oceanos, não sendo apropriada ao consumo humano.

O consumo deste precioso recurso natural varia conforme o nível de desenvolvimento de cada região, sendo elevado o número de países que possuem crises de abastecimento, outros com crises em potencial, e um reduzido grupo com quantidades excedentes, entre os quais o Brasil, sendo portanto estratégica a conservação dos recursos hídricos.

A qualidade da água é outro quesito que deve ser levado em conta, pois não basta apenas que o recurso seja abundante, mas que a qualidade permita o uso em suas diversas aplicações, de forma acessível e sem a necessidade de uso de energia ou complexos sistemas de tratamento.

O ciclo da água determinado pela natureza através do regime das chuvas, é composto por precipitação, evaporação, evapotranspiração e escoamento, produzindo a constante alimentação de água potável para a humanidade e demais seres vivos da terra (GIGB-ICOLD, 2008: 5).

Apesar da contínua reposição do precioso líquido pelo processo natural, as intervenções produzidas pelo homem tem alterado o meio, com inúmeras consequências.

O consumo da água tem crescido no último século, a um ritmo mais de doze vezes superior ao da população mundial. Por este motivo, a gestão sustentável, eficaz e equitativa de recursos hídricos cada vez mais escassos será o desafio chave para os próximos cem anos. (FAO, in GIGB-ICOLD, 2007: 6).

A concentração urbana, intensificada no século XX, produz alterações no ambiente natural e nos processos hidrológicos, muitas delas irreversíveis. “Observam-se a redução da interceptação, do armazenamento superficial e da infiltração, em função do acréscimo de

áreas impermeabilizadas, e o consequente aumento dos volumes de escoamento superficial” (BAPTISTA, et al., 2005: 17).

As cidades de pequeno porte apresentam condições apropriadas para o uso de tecnologias que incorporam conceitos de sustentabilidade e respeito ao meio ambiente, pois seus custos são mais acessíveis nas intervenções para a preservação do ambiente natural e no prolongamento da vida útil das infraestruturas drenantes já implantadas.

O êxodo rural e outros fatores tem produzido o aumento de populações em muitas cidades de pequeno porte, acelerando o adensamento e a ocupação de áreas suburbanas, demandando adequações nas infraestruturas de drenagem, que precisam ser aplicadas a tempo de evitar danos ambientais, obsolescência dos sistemas existentes e ocorrência de inundações.

1.2. Problema da Pesquisa

Encontrar soluções para problemas de drenagem urbana aplicáveis às cidades de pequeno porte, que levem em conta o respeito ao meio ambiente, o crescimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida das populações. “Escassez e mau uso da água doce representam sérios e crescentes problemas que ameaçam o desenvolvimento sustentável e a proteção do ambiente” (Conferência internacional de água e desenvolvimento sustentável, 1992, apud REBOUÇAS, BRAGA e TUNDISI, 2002).

As enchentes e os alagamentos causam perdas financeiras, de mobilidade, e até de vidas humanas, com elevados custos e muitas sem reversibilidades quanto à ótica ambiental. As ocorrências quando em meio urbano são agravadas pelo adensamento e pelas condições da infraestrutura do local.

O crescimento das áreas urbanas é resultado da ocupação de espaços geográficos, “onde as formas com que a natureza destina a água das chuvas são alteradas” (BRAGA ET al., 2010: 35). As cidades produzem a impermeabilização crescente de seu território, e este fenômeno necessita de iguais compensações na infraestrutura de drenagem das águas superficiais, o que via de regra não ocorre. A saturação dos sistemas de escoamento, associada à presença de resíduos sólidos varridos pela chuva impõe a busca por soluções sustentáveis e complementares aos sistemas tradicionais. “O que deve mudar é a forma de “fazer” as cidades porque estão obsoletos os critérios com as quais foram construídas.”(MASCARÓ, 2010: 20).

As cidades de pequeno porte em rápido crescimento urbano são as mais sensíveis à obsolescência dos sistemas drenantes, quando comparadas àquelas com população estável ou

decrecente. “O destacável é o papel antecipador do projeto como estratégia para pensar e construir a cidade”. (MASCARÓ, 2010: 16).

As infraestruturas de drenagem em cidades de pequeno porte tendem a ter o dimensionamento pensado para uma pequena cidade, sem levar em conta o potencial de crescimento futuro. Os movimentos migratórios produzidos pelo êxodo rural aumentaram a população das cidades nas últimas décadas, e aquelas de cultura empreendedora produziram atrativos, cujos resultados são expressos em elevados índices de crescimento em vários parâmetros, incluindo o populacional.

A combinação de crescimento econômico e população, em cidades de pequeno porte, impactam na necessidade de infraestrutura urbana para atender ao contingente populacional de seu crescimento.

O funcionamento e a eficiência das infraestruturas urbanas ficam sobrecarregadas com o adensamento populacional e o aumento da malha urbana. As redes de drenagem são impactadas com o aumento da impermeabilidade do solo. As cidades de pequeno porte em rápido processo de crescimento enfrentam a obsolescência de seus sistemas drenantes, em geral construídas e dimensionadas para uma demanda diferente daquela ora exigida. As adaptações pelos métodos tradicionais exigem elevados investimentos cujos valores extrapolam as possibilidades dos municípios.

As soluções possíveis e aplicáveis, alternativas às técnicas tradicionais apresentam custos mais baixos e melhoram as condições ambientais do ciclo da água, essencial para a vida humana no planeta.

Estabelecer uma metodologia que identifique a aplicabilidade dos sistemas de drenagem alternativos às cidades de pequeno porte, constitui o problema da pesquisa efetuada, que buscou em uma cidade com as características de tipificação estabelecidas a verificação da aplicabilidade de sistemas alternativos para a rede de drenagem urbana existente.

1.3. Justificativa

O Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGENG) da Universidade de Passo Fundo (UPF), tem em uma de suas linhas de pesquisa a “Tecnologia Aplicada à Infraestrutura e Meio Ambiente”, com o objetivo de estudar problemas relativos entre outros, à conservação dos recursos hídricos e a ambiência urbana. Como Universidade

Comunitária, a UPF busca não somente oferecer ensino em sua área de atuação, mas também melhor conhecê-la, através do estudo em pesquisa e extensão.

A escolha de uma cidade de pequeno porte na área de influência da UPF, para aplicação do estudo sintoniza os propósitos da instituição.

As cidades de pequeno porte constituem a maioria dos municípios brasileiros, muitas delas em declínio populacional em função da carência de infraestrutura e de recursos, gerando um círculo vicioso para a população remanescente. Em contrapartida, outras cidades encontram o caminho do desenvolvimento por fatores diversos, geram empregos e atraem populações em elevados índices. Estas se deparam a curto prazo com problemas urbanos relacionados com o aumento da taxa de ocupação do solo e da área urbanizada, ocorrendo com frequência colapsos pontuais em sua infraestrutura urbana, e no conjunto de elementos construtivos de drenagem, razão pela qual o uso de tecnologias alternativas de baixo custo é apropriado.

O adequado momento temporal para inserção de soluções sustentáveis de drenagem urbana, é aquele que precede a ocorrência de grandes alagamentos, pois o crescimento da área urbanizada, aumenta a impermeabilidade das bacias hídricas situadas dentro da zona urbana, aumentando o escoamento superficial das precipitações pluviométricas.

As intervenções feitas a tempo, preservarão recursos e poderão proporcionar equilíbrio entre desenvolvimento, respeito à natureza e qualidade de vida, permitindo que as cidades de pequeno porte possam de fato desenvolverem-se como células do desenvolvimento sustentável.

Os estudos e pesquisas voltados para as cidades de pequeno porte fornecem subsídios para a correta aplicação dos recursos públicos, pois “cabe à política urbana revelar estas cidades para a ação governamental, articulando os diversos setores desta ação, destacando sua importância para o desenvolvimento de toda uma região e do país como um todo” (ARAÚJO, BITUON e FERNANDES, 2005: 29).

As diversas formas de drenagem das águas pluviais são componentes do natural ciclo das águas, portanto fundamentais no desenvolvimento sustentável e na preservação do meio ambiente mesmo que venham a ser construídas pelo homem. As cidades de pequeno porte que tem ritmo de crescimento acima da média, necessitam com mais rapidez de soluções, pois o tempo é um fator essencial na prevenção da degradação produzida pela atual forma de urbanizar. As alterações da qualidade ambiental no meio urbano são nefastas para o ecossistema, que precisa ser preservado e restaurado até onde possível.

A identificação das áreas de risco nas cidades, incluem as áreas alagáveis, onde a ocupação de áreas ribeirinhas, colocam as pessoas não somente ao risco das inundações mas também à vulnerabilidade de sua saúde, visto o uso dos rios e arroios como receptor de resíduos sólidos.

Os alagamentos e inundações que ocorrem em cidades de grande porte e suas regiões metropolitanas, são locais com cidades que no passado já foram consideradas de pequeno porte, onde é possível observar as evidências de que as soluções tradicionais e onerosas já não atendem as demandas, causando perdas na qualidade de vida, na mobilidade, nas atividades econômicas e até vítimas fatais.

As chuvas torrenciais em cidades menores tem seu impacto reduzido pela menor área urbanizada, e por características diferenciadas ou próprias, sendo os prejuízos e os riscos enfrentados embora menores em quantitativos, proporcionais em relação ao seu porte.

As reversões no processo migratório predominante até o século XX em direção às metrópoles, reforçam a necessidade de preparar as cidades de pequeno porte para o enfrentamento de uma nova realidade, porque o que as pessoas buscam de fato, é o encontro com qualidade de vida e a proximidade com a natureza que ainda existe e deve ser preservada.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Apresentar componentes de sistemas de drenagens pluviais urbanas com aplicabilidade em cidades de pequeno porte, consideradas como alternativas e complementares às soluções convencionais, e com baixo impacto ambiental, e propor metodologia para diagnóstico de aplicabilidade, buscando em pesquisa de campo, uma cidade para aplicação do método proposto e apresentando seus resultados.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Apresentar estudos e conceitos relativos às cidades de pequeno porte no Brasil.
- Identificar as condições e fatores que interferem no planejamento de um sistema de drenagem urbana.

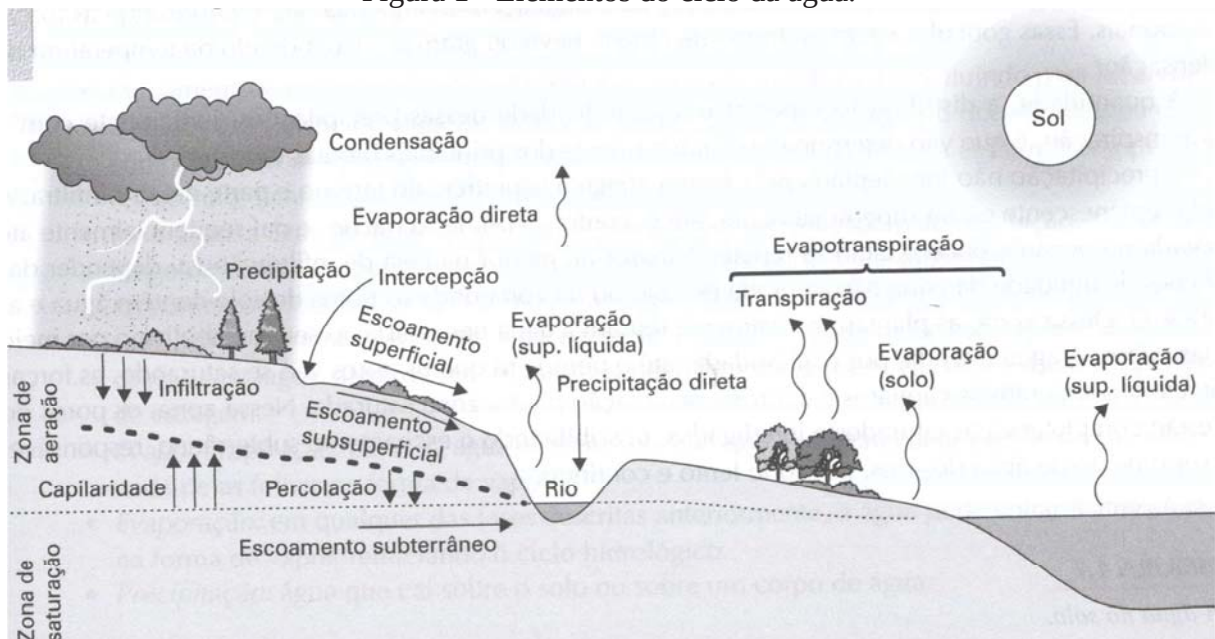
- Estabelecer metodologia de diagnóstico de necessidades para uso de componentes de drenagem pluvial alternativos em uma cidade, a partir de suas características.
- Apresentar modelo de diagnóstico para a infraestrutura dos sistemas de drenagem urbana em uma cidade de pequeno porte.
- Aferir parâmetros do modelo de ocupação do solo urbano consolidado em uma cidade de pequeno porte.
- Identificar áreas de funcionamento crítico nos sistemas de drenagem urbana a partir de levantamentos e coleta de dados, encontrando suas causas e apontando possíveis soluções com uso de tecnologias de sistemas drenantes alternativos.
- Produzir estudo de campo com a aplicação da metodologia e das soluções alternativas a uma cidade de pequeno porte.
- Apresentar os resultados da aplicação do método e soluções alternativas prescritas à uma cidade de pequeno porte.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O ciclo das águas

O fenômeno natural denominado ciclo das águas, segundo Spiro e Stigliani (2010: 178) tem em seus componentes uma grande quantidade de água que retorna à superfície após ser destilada pela energia dos raios solares, podendo ser considerada como um subproduto do enorme fluxo de energia solar sobre a terra, conforme representado na Figura 1. Este fenômeno também propicia a dessalinização das águas evaporadas dos mares, garantindo a reposição da água doce no planeta. Os citados autores dizem ainda que o ciclo hidrológico “responde por aproximadamente metade da energia solar absorvida pela superfície terrestre”.

Figura 1 - Elementos do ciclo da água.



Fonte: Braga et al. (2010: 35).

- Elementos do ciclo da água, segundo Braga et. al. (2005):

- a) *Detenção*: parte da precipitação fica retida na vegetação, depressões do terreno e construções. Essa massa de água retorna à atmosfera pela ação da *evaporação* ou penetra no solo pela *infiltração*;
- b) *Escoamento superficial*: constituído pela água que escoar sobre o solo, fluindo para locais de altitudes inferiores, até atingir um corpo d'água como um rio, lago ou oceano. A água que compõe o escoamento superficial pode também sofrer infiltração para as camadas superiores do solo, ficar retida ou sofrer evaporação.

- c) *Infiltração*: a água infiltrada pode sofrer evaporação, ser utilizada pela vegetação, escoar ao longo da camada superior do solo ou alimentar o lençol de água subterrâneo.
- d) *Escoamento subterrâneo*: constituído por parte da água infiltrada na camada superior do solo sendo bem mais lento que o escoamento superficial. Parte deste escoamento alimenta os rios e os lagos, além de ser responsável pela manutenção desses corpos durante épocas de estiagem.
- e) *Evotranspiração*: parte da água existente no solo que é utilizada pela vegetação e é eliminada pelas folhas na forma de vapor.
- f) *Evaporação*: em qualquer das fases acima descritas, a água pode voltar à atmosfera em forma de vapor, reiniciando o ciclo hidrológico.
- g) *Precipitação*: água que cai sobre o solo [precipita-se por condensação da umidade do ar atmosférico: chuva, neve, orvalho].

A importância do ciclo da água não é restrito à reposição deste precioso líquido, mas atinge também a enorme gama de benefícios derivados de suas propriedades físico químicas atuando na reposição de outros elementos naturais e em todas as atividades humanas.

Segundo Spiro e Stigliani (2010: 179), a quantidade de água em muitas regiões do mundo, notadamente em áreas da África e Ásia, já não atendem aos processos produtivos e ao crescimento demográfico, pois o consumo é em quantidades maiores que sua capacidade de reposição, agravando-se em períodos de secas. As quantidades não são os únicos requisitos, pois a qualidade é também fator essencial. “A água em muitas regiões está contaminada em consequência da falha em separar os efluentes do abastecimento de água”.

A maior demanda de uso da água está na irrigação para fins agrícolas, com 69%, segundo Spiro e Stigliani, (2010: 180), sendo grande o desperdício em vazamentos e evaporação, cuja solução encontra amparo em tecnologias de gotejamento apropriadas para a irrigação de perdas mínimas.

Os mesmos autores citam que a existência dos aquíferos contribui para suprir importante parcela do consumo global, mas a extração intensiva comum em aglomerados urbanos tem produzido a secagem, contaminação de poços e comprometido o equilíbrio de seus fluxos internos, especialmente em poços localizados em áreas costeiras, onde águas salinizadas, por fluxo inverso, passaram a repor os mananciais prejudicando o consumo humano.

Os aspectos de propriedades físicas e químicas, descritas pelos citados autores nas páginas de 187 a 214, nos quais os pontos de fusão e ebulição constituem fator fundamental para a existência de vida na terra e no equilíbrio ambiental, servindo à oxidação e degradação de matérias orgânicas, às reações iônicas que produzem as dissoluções e as neutralizações químicas, que diluem em seu volume e no ciclo hidrológico os poluentes produzidos pelo

homem. O intemperismo contribui também de forma fundamental no ciclo do carbono (SPIRO e STIGLIANI, 2010: 187-214).

2.2 As chuvas no meio urbano

Os sistemas hídricos urbanos “constituem-se dos principais sistemas relacionados com a água no meio ambiente urbano, e composto por: mananciais de água; abastecimento de água; saneamento de efluentes cloacais; controle da drenagem urbana, e controle das inundações ribeirinhas (TUCCI, 2004: 13).

O ciclo das águas tem no regime das chuvas um de seus principais componentes. Para Tucci (2004) a destinação das águas precipitadas na atual forma de concepção do meio urbano produzem resultados diferentes daquele que ocorre em ambiente não urbano, pois produzem danos ao meio ambiente ao lavar a área urbanizada, alterar as vazões, carregar sedimentos, assorear margens, decantar sedimentos, alterar a composição química e interferir na temperatura dos rios à jusante, repercutindo na vida animal e vegetal sub aquática, ou seja de forma direta no meio ambiente.

A urbanização produz importantes interferências no ciclo hidrológico, alterando as quantidades e qualidade dos cursos d’água que nascem ou tem parte de suas bacias hídricas em áreas urbanas (MENDONÇA, 2004: 215):

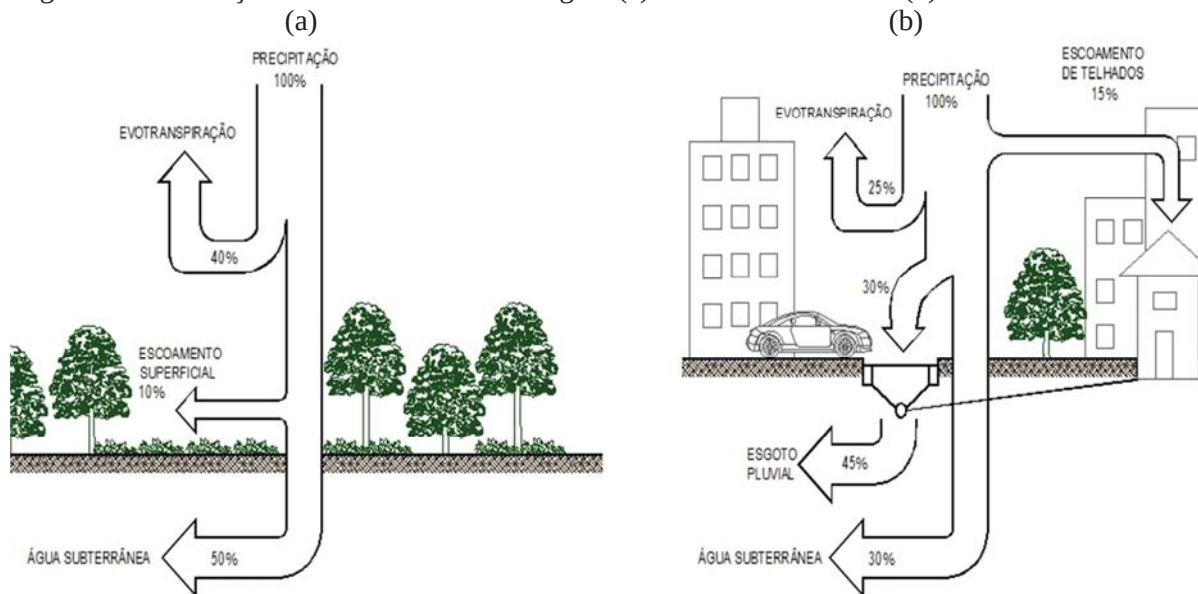
- aumento da vazão nos períodos de chuva, em decorrência da impermeabilização;
- redução da vazão dos cursos d’água nos períodos de estiagem, em função da redução da infiltração de água no solo;
- aumento da erosão do solo e da quantidade de sedimentos sólidos presentes na água;
- presença de lixo lançado diretamente nos cursos d’água ou carreados pelo sistema de captação de águas pluviais;
- presença de esgotos, oriundos das redes coletoras de esgotos, dos lançamentos de valas a céu aberto que desembocam nos cursos d’água e dos lançamentos irregulares nos sistemas de drenagem de águas pluviais.

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE – Organization for Economic Co-operation and Development) publicou estudos com as alterações quantitativas no ciclo da água produzidas no meio urbano, demonstrando as alterações nos percentuais de cada parcela do ciclo hídrico é modificado, cuja principal consequência é o considerável aumento da parcela de escoamento superficial.

A figura 2 nos mostra as alterações que ocorrem no ciclo das águas no meio urbano, quando comparadas às precipitação no meio natural, onde são encaminhados aos mananciais

subterrâneos 50% do volume total precipitado, enquanto no meio urbano este percentual é estimado em 30%. As águas subterrâneas são mananciais de demorada reposição e a forma intensiva com que tem ocorrido sua extração produz resultados em que são necessárias prospecções cada vez mais profundas, para vazões antes possíveis em menores profundidades.

Figura 2 – Destinação dos fluxos no ciclo da água: (a) em ambiente natural (b) em ambiente urbano.



Fonte: adaptado de OECD, 1986 apud Tucci et al. (1995: 284).

Segundo Tucci e Collischom (1998), à medida que a cidade se urbaniza ocorrem os seguintes impactos:

- aumento das vazões máximas (em até 7 vezes, Leopold (1968), apud Tucci e Collischom (1998) devido ao aumento da capacidade de escoamento através de condutos e canais e impermeabilização das superfícies;
- aumento da produção de sedimentos nas bacias hídricas devido a desproteção das superfícies;
- produção e lançamento de resíduos sólidos (lixo);
- Aumento de sedimentos e materiais sólidos nos rios, devido às construções, aberturas de ruas em loteamentos, escavações em terrenos e outras formas de geração de resíduos que acabam conduzidos pelas águas de chuva;
- Deterioração da qualidade da água, devido a lavagem das ruas, transporte de material sólido e as ligações clandestinas de esgoto cloacal e pluvial, resíduos produzidos ou descartados, incluindo poluentes químicos;
- Aumento da temperatura da água, pois o meio urbano absorve a energia solar de forma mais intensa que o ambiente natural, em especial nos pavimentos de ruas, fazendo com que a temperatura da água que sai das cidades é mais alta que aquela proveniente dos ambientes naturais;
- Assoreamento das redes urbanas de dutos e canais de drenagem, reduzindo sua capacidade operacional;
- Inundações de áreas ribeirinhas, vinculadas ao acréscimo de vazões superficiais em situações de chuvas intensas;
- Produção de sedimentos com assoreamento dos rios: a transformação dos espaços rurais em urbanos constitui radical transformação nas condições de escoamento das águas superficiais, “o aumento da produção de sedimentos

da bacia hidrográfica é significativo, devido às construções, limpeza de terrenos para novos loteamentos, construção de ruas, avenidas e rodovias entre outras causas.”

As alterações em vazões superficiais e em volumes infiltrados no solo nas áreas urbanizadas, constituem agressões ao equilíbrio cíclico dos mananciais, visto estes serem “as fontes de água para abastecimento humano, animal e industrial. Essas fontes podem ser superficiais ou subterrâneas. Os mananciais superficiais “são rios próximos às comunidades” (TUCCI, 2005:13). Como os regimes de chuva variam sazonalmente, tem sido comum o uso de reservatórios ou barragens para suprir períodos secos utilizando os mananciais superficiais, com a ampliações desses sistemas de armazenamento para atender o crescimento das cidades. Os mananciais subterrâneos, segundo o mesmo autor, “são os aquíferos que armazenam água no subsolo e permitem o atendimento da demanda através do bombeamento desta água.”

No Brasil, as águas superficiais tem sua origem nas águas de chuva, embora o termo precipitação atmosférica em seu sentido amplo seja entendido como “fenômeno pelo qual a nebulosidade atmosférica se transforma em água formando o orvalho, a neve, o granizo e a chuva” (FERREIRA, 2004: 16/17).

As chuvas regulares são necessárias e úteis, mas são as precipitações intensas que produzem danos pois “atingem áreas localizadas e são em geral dos tipos convectiva e orográfica. Essas formas de precipitação atuam, em geral sobre pequenas áreas...”, TUCCI (2004: 31) e exemplifica com o fenômeno ocorrido em Porto Alegre no dia 13 de fevereiro de 1981, quando no período de uma hora foram registrados 100 mm de precipitação.

A essas alterações ambientais aquelas que impactam diretamente a percepção das pessoas é certamente as inundações, explicitadas no dicionário Aurélio da seguinte forma: Inundar: “1. Cobrir de água; submergir; alagar;” (FERREIRA, 2004: 1125). Segundo Tucci (2005:31), “Inundação ocorre quando as águas dos rios, riachos, galerias pluviais saem do seu leito menor de escoamento devido e escoam através do seu leito maior, que foi ocupado pela população para moradia, transporte (ruas, rodovias, passeio), recreação, comércio, indústria, entre outros”.

As inundações acontecem por condições meteorológicas e hidrológicas. As nascentes e os cursos altos dos rios, de uma forma geral, estão localizadas em terrenos com acentuada declividade que produzem escoamentos em alta velocidade, e quando a declividade diminui e a capacidade de escoamento diminui, ocorrendo inundações e fenômenos assemelhados.

A denominação específica apresentada pelo dicionário Aurélio apresenta o termo alagar como sendo “tornar como que um lago; cobrir de água; inundar” (FERREIRA, 200: 81), sendo

enchente “grande quantidade de água que se acumula em rio, lago, etc., esp. em decorrência de chuva forte, e que ao transbordar provoca inundação de terras adjacentes; ... 2. Inundação causada por enchente (1) ou por chuva torrencial.” (FERREIRA, 2004: 744), e o termo enxurrada é definido como “volume de água que corre com grande força e resultante de grandes chuvas; águas selvagens, águaça, enxurro”. (FERREIRA, 2004: 771).

Os eventos nefastos das águas de chuva no meio urbano, podem ser amenizados ou eliminados com um eficiente sistema de drenagem urbana. Segundo Vaz (2004) drenagem é “o conjunto de medidas que tenham como objetivo minimizar os riscos que a população está sujeita de ter prejuízos causados por inundações e possibilitar o desenvolvimento urbano de forma harmônica, articulada e sustentável”, o que quer dizer “o gerenciamento da água da chuva que escoar no meio urbano”. Tucci (2004: 13) define drenagem urbana, como o evento que “envolve a rede de coleta da água (e resíduos sólidos) que se originam devido à precipitação sobre as superfícies urbanas, o seu tratamento e o retorno aos rios”.

2.3 Aspectos históricos da Engenharia de Águas

As intervenções do ser humano no domínio das águas, segundo Gribbin (2009: 2) estiveram ligados ao uso destinado à irrigação, com registros desta atividade no Egito há aproximadamente 5 mil. Outros projetos no Mediterrâneo e Oriente Próximo incluíam represas, canais, aqueodutos e sistemas de esgoto. Na China foram utilizados tubos de bambu há 2.500 a. C. Os romanos aperfeiçoaram os sistemas, e Arquimedes produziu trabalhos científicos na área da hidráulica. Na renascença a ciência voltou a desenvolver-se, ocasião em que Daniel Bernoulli formulou a famosa equação que leva seu nome e a da conservação da energia hidráulica. Depois da predominância francesa os ingleses no período da revolução industrial passaram a aperfeiçoar as tecnologias e processos da hidráulica, especialmente com o advento da máquina a vapor.

Os processos hidráulicos utilizam muitos conhecimentos adquiridos pela ciência da mecânica dos fluidos. O desenvolvimento dos processos de drenagem pluvial recebem importantes contribuições da meteorologia e dos processos computacionais. Pesquisas no assunto ganham importância crescente a cada transtorno que os alagamentos causam em regiões metropolitanas, expondo na mídia as perdas causadas pelo problema em foco.

A evolução histórica dos processos de drenagem urbana tem estreita ligação com os processos de urbanização. As intervenções antrópicas no meio natural implicam no

cruzamento das vias de circulação dos agrupamentos humanos com os sistemas naturais de drenagem, que fazem o escoamento pela gravidade terrestre. Os períodos críticos deste processo ocorreram na idade média onde “as áreas urbanas eram ocupadas de forma socialmente estratificada, sendo que as populações mais desfavorecidas ocupavam as áreas baixas, sujeitas, portanto, às inundações periódicas ... recebiam ainda as águas servidas, oriundas das partes mais elevadas das cidades, ocupadas preferencialmente pelas populações abastadas” (BAPTISTA, NASCIMENTO e BARRAUD, 2005: 16).

A urbanização e os fluxos migratórios do século XX transformaram as cidades. “A mancha metropolitana se expande de forma incessante, ocupando as áreas rurais que encontra em seu caminho, transbordando os limites urbanos” (MASCARÓ, 2010: 21), ou seja, além do urbano temos as periferias, as chácaras de lazer, áreas de especulação e uma teia de pré metropolização que se irradia além de contornos definidos. O mundo de 2012, com a população próxima dos 7 bilhões de pessoas, vivendo em um pensamento globalizado em que “esta forma de expansão traduz no uso intensivo de certos produtos associados ao novo paradigma tecnológico como é o transporte automotor, as novas tecnologias associadas à informática, às comunicações e à televisão, que contribuem fortemente para esse fenômeno de fronteiras difusas em contínua expansão” (MASCARÓ, 2010: 21).

Os problemas de hoje se refletem na saúde da população, nas inundações frequentes, na perda do meio ambiente rico e diversificado em muitas regiões. Com a transformação de um ambiente rural para urbano, este problema cada vez mais se agrava e quanto mais tempo isto perdurar, maior será a herança de prejuízos para as próximas gerações, que receberão um passivo muito alto (TUCCI, 2005: 101).

O avanço das ciências e da sociedade trouxeram significativas mudanças, que incluem o urbanismo e a engenharia. Os processos antigos congestionaram as metrópoles, as regiões metropolitanas, e em sequência as cidades de médio porte e também as pequenas cidades. A tabela 1, mostra os diferentes momentos de estágio do desenvolvimento sustentável em que as técnicas de drenagem receberam importantes avanços, considerados marcantes para definir diferentes formas de tecnologias e de aplicações destas tecnologias.

Os períodos denominados de higienista, corretivo e sustentável, segundo Tucci (2005), apresentam datas convencionadas, sem a existência de exatidão absoluta, visto que em diferentes regiões do mundo, as novas tecnologias são assimiladas de acordo com as necessidades e a existência de recursos que permitem sua implantação, notadamente aqueles relacionados às infraestruturas urbanas. No Brasil, estamos na fase sustentável, pois o

Ministério das Cidades exige componentes de sustentabilidade em projetos urbanos, para a liberação de recursos.

Tabela 1 - Estágios do desenvolvimento sustentável urbano nos países desenvolvidos, relativos às técnicas de drenagem. *Período que iniciou este tipo de visão

Anos	Período	Características
Até 1970	Higienista	Abastecimento de água sem tratamento de esgoto, transferência para jusante do escoamento pluvial por <i>canalização</i>
1970 – 1990	Corretivo	Tratamento de esgoto, <i>amortecimento</i> quantitativo da drenagem e controle do impacto existente da qualidade da água pluvial. Envolve principalmente a atuação sobre os impactos.
1990* - ?	Sustentável	Planejamento da ocupação do espaço urbano, obedecendo aos mecanismos naturais de escoamento; Controle dos micropoluentes, da posição difusa e o desenvolvimento sustentável do escoamento pluvial através da recuperação da <i>infiltração</i> .

Fonte: Tucci (2005: 103).

2.4 As cidades de pequeno porte e a sustentabilidade

Segundo Araújo, Bituon e Fernandes (2009: 1) cidade pode ser definida como:

“conjunto de população, atividades e infraestruturas sociais, culturais e econômicas concentradas em território delimitado e relativamente pequeno, orientadas para a produção de valor e de meios de reprodução do trabalho ... lugares responsáveis pela promoção do excedente social, produto da articulação entre comércio de longa distância e funções de mercado regional são, assim, centros de interação, descoberta, inovação, beneficiando-se das condições propiciadas por economias de escala e aglomeração; são um modo de organização social que promove eficiência e atividade econômica, desempenhando papel de importância inquestionável para o produto nacional na prestação de serviços e distribuição de bens para a sociedade de um determinado espaço geográfico maior que o seu e que chamamos de região.”

O censo de 2010 do IBGE, diz que cidade pequena é aquela com até cem mil habitantes, sendo média a cidade de 100 até 500 mil habitantes, e grande acima de 500 mil. Este conceito tem sido debatido pois as questões regionais no vasto território brasileiro tem produzido diferentes interpretações.

O IPEA subdivide os “pequenos centros” em três grupos considerando o tamanho populacional sendo o primeiro de até 10.000 habitantes, o segundo entre 10 mil e 20 mil habitantes e o terceiro entre 20 e 50 mil habitantes.

A análise das cidades tem em geral um cunho econômico e social, focado em “sustentar que cidade consiste no conjunto de população, atividades e infraestruturas sociais, culturais e econômicas concentradas em território delimitado e relativamente pequeno, orientadas para a produção de valor e de meios de reprodução do trabalho ”(ARAÚJO, BITUON e FERNANDES, 2009: 1).

As questões ligadas de forma específica à infraestrutura parecem ser problema das médias e grandes cidades, metrópoles ou de regiões metropolitanas, trazendo a impressão que cidades de pequeno porte ou não apresentam problemas ou são pequenos, quase inexpressivos. Acidentes ligados à inundações e fenômenos climatológicos e naturais tem demonstrado que sua ocorrência decorre de fatores que desconhecem a presença ou não de aglomerações, tornando alternativa à tese de que somente nas aglomerações ocorrem grandes impactos.

O livro *Tipologia das cidades brasileiras* apresenta como de pequeno porte aquelas em municípios com até 20.000 habitantes (ARAÚJO, BITUON e FERNANDES, 2009: 137), totalizando em nosso país 3.819 municípios fora das áreas metropolitanas com este porte populacional. A enorme quantidade evidencia as diversidades, cujos estudos realizados buscaram estabelecer tipificações com base nas relações entre as atividades urbanas e rurais, intermunicipais e inter-regionais, bem como a rede de cidades e sua influência nas questões ligadas ao desenvolvimento.

As análises disponíveis a respeito de cidades brasileiras de pequeno porte apresentam estes sistemas urbanos “de forma restrita no desencadeamento de processos inovativos, reiterando as precárias condições de emprego, renda, habitação e a estrutura urbana geral das cidades não integradas a processos dinâmicos” (ARAÚJO, BITUON e FERNANDES, 2009: 3), ou dependendo do grupo de cidades em outro enquadramento, o daquelas localizadas em áreas estagnadas que “permanecem persistentemente à margem dos novos dinamismos, incapazes de realizar as potencialidades existentes, o que se expressa na perda de população de pequenas e médias cidades (população urbana, portanto)” (ARAÚJO, BITUON e FERNANDES, 2009: 3)

Os enormes problemas e peso político das grandes metrópoles nacionais e suas regiões metropolitanas tem concentrado a atenção das políticas públicas, embora nas últimas décadas foram implantados esforços direcionados à desconcentração industrial, à reversão dos processos migratórios, e a uma melhor distribuição geográfica das riquezas com redução de desigualdades sociais, pois “níveis extremados de concentração são contraproducentes para a própria dinâmica econômica” (ARAÚJO, BITUON e FERNANDES, 2009: 2).

O desafio do desenvolvimento integrado passa pela valorização das cidades de pequeno porte, pois “A atenção a este urbano não metropolitano, menos dinâmico, isolado ou raro, deve ser destacada entre os aspectos que definem a nova abordagem de política urbana” (ARAÚJO, BITUON e FERNANDES, 2009: 5).

As abordagens para o estudo dos sistemas de drenagem apropriado para as cidades de pequeno porte, devem observar as experiências ocorridas em cidades de maior porte, pois estas em um determinado momento de sua história estiveram com características assemelhadas àquelas objeto do estudo. Muitos eventos de alagamentos em cidades de grande porte estão ligados às soluções que poderiam ter sido adotadas em momento adequado, do ponto de vista dos custos das repercussões no espaço urbano.

As pequenas cidades do interior do país historicamente receberam pouca atenção dos gestores estaduais e federal, em geral mais atentos às regiões metropolitanas por suas complexas necessidades e elevadas populações com proporcional influência política. “A negligência no que diz respeito a pesquisa sobre essa tipologia de cidade na geografia urbana brasileira começa a ser superada a partir da última década do século passado. Observa-se que desde então os centros menores passaram a ser notados pelos pesquisadores, especialmente por sua refuncionalização resultante dos processos globais.”(CARVALHO e MEDEIROS, 2008: 5)

O Plano Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR), busca atender a redução das desigualdades regionais, conforme previsto na Constituição Federal de 1988. Dentro dos estudos desenvolvidos para o enquadramento dos municípios e das regiões neste quadro, os municípios com menos de 20 mil habitantes estão unificados em um universo, separados de outros grupos.

A complexidade da rede urbana brasileira composta por cidades com características variadas, dificulta o desenvolvimento de uma tipologia padrão dado a existência de variáveis. A obra *Tipologia das Cidades Brasileiras* (ARAÚJO, BITUON e FERNANDES, 2009: 57), permite a interpretação que as pequenas cidades tem entre outros fatores que as diferenciam, os abaixo listados como relevantes para a interface com as questões de drenagem urbana:

- a) o fator humano, composto pelas atividades econômicas desenvolvidas no lugar, as relações sociais, econômicas, culturais e outras, resultado da vida das pessoas e seu cotidiano;
- b) os fatores geográficos, composto pelo relevo, hidrografia, tipo de solo, vegetação, condições meteorológicas e outras ligadas ao ambiente natural do lugar;

- c) relações da cidade com outras próximas no contexto de uma visão regional do lugar, se metropolitano, em região do interior, ou em local isolado;
- d) vigor das atividades e suas perspectivas, ou seja, se voltadas ao passado ou ao futuro, dentro dos aspectos das tecnologias e processos empregados nas matrizes produtivas locais.

2.5 A sustentabilidade e seus aspectos legais

O termo “desenvolvimento sustentável” foi apresentado pela primeira vez em 1983 na Assembleia das Nações Unidas, na Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Relatório Brundtland onde consta ser este tipo de desenvolvimento aquele que:

“procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as próprias necessidades, significa possibilitar que as pessoas, agora e no futuro, atinjam um nível satisfatório de desenvolvimento social e econômico, e de realização humana e cultural, fazendo ao mesmo tempo, um uso razoável dos recursos da terra e preservando as espécies e os habitats naturais.”

As cidades sustentáveis, em tese são aquelas providas de sustentabilidade em uma visão sistêmica e orgânica. Segundo o Estatuto das Cidades, cidade sustentável é aquela que garante o direito de todos os seus habitantes “à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, não só para as gerações atuais, como também para as futuras”. O termo em que cita as gerações atuais e futuras contempla os aspectos ecológicos de forma implícita, pois sabidamente sem eles não teremos a sustentabilidade.

A legislação brasileira possui consistente ordenamento jurídico para as garantias de sustentabilidade, percebendo-se constante aperfeiçoamento com incorporação de leis e dispositivos normativos outros, à medida que novos estudos científicos e experimentos práticos e exitosos na área ambiental produzem resultados na preservação da vida.

A complexidade dos ambientes urbanos gerou a necessidade de sua regulamentação, de forma que o país tenha diretrizes a serem seguidas por todas as cidades buscando garantir qualidade de vida aos cidadãos e preservação ambiental necessária à garantia do meio ambiente sadio às futuras gerações.

O Estatuto das Cidades, forma com que é conhecida a Lei 10.257 de 10 de julho de 2001, estabelece a necessidade da atuação conjunta dos poderes municipais, estaduais e

federais, mais a iniciativa privada e demais setores da sociedade para a “adoção e implantação de sistemas harmônicos de crescimento, com a adoção de padrões de produção e consumo compatíveis com os limites de sustentabilidade ambiental” (BRASIL, 2001).

A principal inovação do estatuto foi incluir a questão ambiental. “Além de colocar o equilíbrio ambiental e a sustentabilidade como pressupostos do desenvolvimento urbano, o estatuto inovou ao propor uma série de instrumentos urbanísticos que podem, a critério dos municípios que os instituírem, assegurar um desenvolvimento, mais ordenado, planejado e preocupado com o meio ambiente natural e construído.”(PRIETO, 2009: 2).

Em seu capítulo 2, temos a destacar:

“I - garantia do direito a **idades sustentáveis**, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao **saneamento ambiental**, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações;”

O resguardado do meio ambiente pelo estatuto pela efetivação de três princípios de ação: a proteção, a preservação e a recuperação. Segundo, Maria de Assunção Ribeiro Franco, esses princípios de ação humana sobre o ecossistema conformam o Planejamento Ambiental:

- a proteção ou conservação pressupõe o usufruto dos recursos naturais pelo homem sem degradação do meio ambiente, é o uso dos recursos naturais sem destruição ou depredação;
- a preservação ou princípio da não-ação representa a permanência ou manutenção de ecossistemas intocados pela ação humana, sem qualquer interferência do homem;
- a recuperação é aplicada a áreas que foram alteradas pela ação humana, com intervenções mitigatórias dos problemas e objetivando, em certo momento, sua preservação. (PRIETO, 2009: 8).

O meio ambiente, por sua vez, pode ser definido à luz da Lei Federal n.º 6.938, de 31.08.1981, que institui a Política Nacional de Meio Ambiente, a partir da qual mecanismos jurídicos foram criados para regulamentar as questões ambientais de forma específica.

A Lei Federal nº 11.445/07, define novas diretrizes e metas para o saneamento básico, onde os conceitos relacionados ao tema e seu conjunto de serviços, infraestruturas e instalações de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais urbanas, receberam novas orientações e diretrizes, aumentando as exigências do ponto de vista ambiental e de sustentabilidade.

Segundo Saraiva e Barbieri (apud Gorski, 2010: 93), a concepção, evolução e equacionamento dos conflitos ambientais, deu-se em três etapas:

- a) salvaguardas ambientais (décadas de 1960 a 1970) onde ocorreram limitações às expansões de atividades poluentes e implantação de políticas normativas;

- b) gestão de recursos (décadas de 1970 a 1980), com a identificação de problemas generalizados e circunscritos aos limites de cada país, com aplicação de técnicas preventivas e melhoras nos processos de produção, e valoração dos recursos naturais;
- c) desenvolvimento sustentável (a partir da década de 1980, permanecendo até o presente): percepção das ameaças ao meio ambiente, numa amplitude planetária, propondo a integração de princípios econômicos e ecológicos.

2.6 A urbanização brasileira e as infraestruturas urbanas

O processo de urbanização no Brasil prossegue em expansão, com o crescimento das populações das cidades e redução das populações rurais. Conforme dados do IBGE, no Censo de 2000 a população das cidades alcançou 81% crescendo para 84,4% no Censo 2010. De acordo com a mesma fonte, o estado do Rio Grande do Sul tem 85,1% de sua população nas cidades, ficando portanto acima da média nacional. Segundo notícia do jornal El País de 05 de abril de 2010 Hania Zlotnik, diretora da Divisão de População da ONU, fala da “transformação” pela qual os pequenos centros rurais estão passando, como se estivessem numa corrida para se transformar em cidades. E este, diz ela, é um dos fatores que indicam que a população mundial “será urbana”.

O contexto de um planeta cada vez mais urbanizado, apresenta aos estudiosos a problemática ambiental das cidades, que segundo Gorski (2010:59), “não pode ficar desvinculada da dinâmica de produção do espaço, que ao ocasionar impactos negativos na qualidade de vida urbana de várias ordens – social, cultural e ambiental-, afeta, com distribuição desigual de riscos, toda a população urbana”.

A visão clássica tem seu ponto de vista estritamente técnico, o que pode ser constatado na frase “Os projetos de drenagem urbana tem como *filosofia escoar a água precipitada o mais rapidamente possível para jusante*” (PORTO ALEGRE, 2005: 1).

O momento atual, resultado dos estudos dos impactos antrópicos no meio urbano remete para o reconhecimento dos altos investimentos necessários para as soluções da engenharia clássica ante processos de resolução dos problemas ambientais com “abordagem ecológica de preservação da natureza e dos recursos naturais” (GORSKI, 2010:59).

A relação entre os projetos da engenharia clássica e os considerados sustentáveis, para fins de diagnóstico e solução da drenagem das cidades, envolve o conhecimento do meio, onde se inclui a intensidade das precipitações, as condições da topografia e da permeabilidade

do solo, incluindo as taxas de ocupação urbana, e outras situações específicas, envolvendo também as características do espaço já construído.

As bacias hídricas das áreas urbanas, ou a parte urbanizada das bacias hídricas constituem as receptoras naturais das precipitações, e onde em geral ocorrem os transbordamentos.

Em grande parte das bacias afetadas por inundação, verifica-se que a ocupação urbana desenvolveu-se de jusante para montante. Ou seja, a medida que a bacia se desenvolve, os picos de vazão afluentes às canalizações nas porções de jusante crescem, e a solução para compatibilizar as capacidades torna-se difícil ou mesmo inviável, muitas vezes pela própria presença da urbanização já bastante consolidada nas áreas mais baixas, ribeirinhas aos córregos (CANHOLI, 2005: 32).

Os espaços ocupados por uma cidade, segundo Mascaró e Yoshinaga (2005: 11) “não se constitui apenas pela tradicional combinação de áreas edificadas e áreas livres ... também fazem parte as redes de infraestrutura que possibilitam seu uso e de acordo com sua concepção, se transformam em elemento de associação entre a forma, a função e a estrutura”.

As redes de infraestrutura em uma cidade, segundo os mesmos autores podem ser classificadas de acordo com suas funções e dos espaços que ocupam no ambiente urbano, sendo elas:

a) infraestrutura do sistema viário: compõe-se da rede de ruas, avenidas, passeios e demais formas de vias por onde circulam veículos, bicicletas, pedestres e outros que necessitam de espaços para deslocamento no espaço urbano. Fazem parte do sistema viário as benfeitorias que viabilizam seu uso e conservação, como a pavimentação das vias para veículos e pedestres, e os sistemas de drenagem pluvial, necessários para manter as vias em condições de uso, mesmo em períodos de chuvas intensas. Em cidades de grande porte e regiões metropolitanas, temos também as ferrovias, nas quais circulam os trens urbanos, metros, e demais veículos sobre trilhos, que em cidades de pequeno porte servem às redes de cidades. Os aeroportos e helipontos fazem parte da rede, existindo somente em cidades de grande porte e regiões metropolitanas. Também fazem parte desta rede os sistemas hidroviários, que servem a rede de cidades, ou mesmo em situações especiais, como a ligação Porto Alegre – Guaíba, e em cidades com características especiais, como Veneza. Teleféricos tem sido utilizados na mobilidade urbana, embora em situações pontuais, como no Complexo do Alemão, no Rio de Janeiro e em Bogotá;

b) infraestrutura do sistema sanitário: consiste nas redes de abastecimento de água potável, desde as fontes de captação, barragens de acumulação, estações de tratamento de água, redes de reservatórios intermediários, estações de recalque e bombeamento, redes

distribuição e consumo, e das redes de coleta dos efluentes, considerando os pontos de geração, sistema de coleta, caixas de inspeção, rede de tubulações que conduzem os efluentes às estações de tratamento, sistemas de bombeamento e recalques e destinação final;

c) infraestrutura dos sistemas de energia: constituída na grande maioria das cidades brasileiras pelas redes de abastecimento de energia elétrica, com todos os elementos necessários para seu funcionamento, incluindo subestações, redes de alta e baixa tensão, e ramais de ligações prediais. Também faz parte dos sistemas de energia as redes de gás, com todos os seus componentes;

d) infraestrutura dos sistemas de comunicações: em nosso meio, os sistemas de comunicação são constituídos pelas redes e centrais de telefonia, sistemas de cabeamentos para televisão a cabo, e redes adaptadas para transmissão de dados, podendo ser de fibra ótica, ou cumulativamente em redes de telefonia, tv a cabo, e outras. Também fazem parte desta rede, as torres de comunicação para telefonia celular, rádio e televisão, e outras formas de comunicação;

e) as redes de paisagem ou “infraestrutura verde”, descritas por Mascaró (2008), constituem uma tipologia de rede urbana em fase de consolidação do ponto de vista acadêmico, e do reconhecimento da sociedade, pois a presença da paisagem natural não é somente agradável, mas vital ao homem como forma de preservação e de convívio com seu meio;

f) infraestrutura de serviços públicos: do ponto de vista do estudo da estrutura urbana das cidades, as populações precisam ser providas de espaços destinados a uma rede composta por edificações para atendimento aos serviços essenciais, assim classificados:

- educação, cultura e lazer: como escolas, creches, ginásios de esportes, teatros, espaços culturais, feiras e exposições, parques e outros espaços afins;

- estabelecimentos de serviços de saúde: composta pelos prédios de ambulatórios, enfermarias, hospitais e afins;

- edificações destinadas à segurança pública: composta por delegacias e postos de polícia, polícia militar, guarda de trânsito, bombeiros, presídios, e afins;

- edificações para uso administrativo ou a serviço de interesse público: composta por prédios administrativos do poder executivo, legislativo, judiciário, e outros da administração destinados à prestação de serviços públicos à população. Os exemplos mais comuns são os prédios de escolas, postos de saúde e hospitais, delegacias de polícia, segurança pública e outros. Os exemplos de espaços privados de interesse público são os que abrigam fundações,

associações, organizações não governamentais, clubes e outros assemelhados, cujo objetivo das atividades são de interesse da população.

2.7 Os sítios urbanos das cidades de pequeno porte

Os sítios ocupados pelas cidades de pequeno porte em geral apresentam uma característica única ou predominante, dado à extensão geográfica relativamente pequena. Como regra geral, todo o sítio “deverá ser corrigido com a técnica e o desenho que lhe corresponda” (MASCARÓ, 2010: 30).

As condições de drenagem urbana dependem das condições locais, configuradas por:

a) topografia: a configuração dos níveis do terreno determinam a formação das bacias hidrográficas, e do sítio que as cidades de pequeno porte ocupam, e que podem ser classificadas em:

- áreas com predominância de planícies: as baixas declividades do solo natural determinam um sistema coletor específico, pois as vazões não apresentam velocidade adequada a um rápido escoamento das águas das chuvas. Em geral este tipo de sítio ocorre nas áreas costeiras, e em vales de grandes rios, com possíveis alagamentos em cursos hídricos de curta extensão, nascidos próximos da área urbana, ou enchentes produzidas em uma bacia hidrográfica de um rio de maior caudal;

- divisores de águas: as cidades posicionadas em linha de crista, de onde as águas drenadas direcionam-se a duas ou mais bacias hidrográficas, mesmo que à jusante venham unir-se em uma bacia maior. Possuem nascentes em sua área urbana, com a presença de cursos hídricos de pequeno caudal. A possibilidade de inundações ou alagamentos é escassa, sendo possível a ocorrência em áreas de baixa declividade, com redes drenantes subdimensionadas ou obstruídas, e sem grandes repercussões ou perdas;

- encostas: as cidades posicionadas em encostas possuem linhas de passagem de cursos d'água nascidos nas partes altas dos terrenos que a circundam e que cortam a área urbana. As condições de declividade acentuada poderão favorecer a ocorrência de enxurradas, pois a velocidade de escoamento das águas precipitadas em regiões mais altas é elevada.

- vales: as cidades posicionadas em fundo de vale tem a característica de proximidade de um curso d'água de porte expressivo, ficando sujeitas a alagamentos e enxurradas de águas a montante. Além do rio principal podem ter sua área urbana recortada por rios ou arroios afluentes de menor porte;

- características mistas: sítios que por suas características próprias podem enquadrar duas ou mais das situações típicas, com predominância ou não de uma delas.

As condições topográficas interferem diretamente na velocidade de escoamento das águas, dos sedimentos produzidos pelos processos erosivos, e de outros tipos de detritos que a corrente d'água arrasta em sua trajetória;

b) tipo de solo: os níveis de permeabilidade de um terreno tem importante relação com as redes de drenagem pluvial, pois um solo com altos níveis de absorção retém maior quantidade de água, reduzindo os volumes a serem conduzidos pela rede pluvial. A existência de formações rochosas próximo da superfície impedirá a retenções de maiores volumes, nos processos de infiltração;

c) Cobertura vegetal: “os sítios cobertos de vegetação tem um solo composto de uma camada orgânica que absorve água em períodos chuvosos” (MASCARÓ, 2010: 34). O tipo de vegetação também oferece diferentes retenções das águas das chuvas, pois uma floresta com árvores de grande porte, retém mais umidade em folhas e troncos, que um terreno coberto por gramíneas;

d) Pavimentação das vias: os pavimentos urbanos são classificados em permeáveis e impermeáveis, sendo os primeiros compostos por pedras colocadas à mão, tijolos, solo-cimento, blocos intertravados, e outras formas em que os elementos que formam o pavimento são descontínuos, permitindo a infiltração das águas das chuvas pelas juntas. Apesar de serem considerados permeáveis, esta permeabilidade é baixa e vai depender de outros fatores como as tecnologias utilizadas na compactação da base das vias a pavimentar. As pavimentações consideradas permeáveis são em geral formadas por bases asfálticas, utilizadas em rodovias, com incremento recente nas cidades do interior do estado do Rio Grande do Sul. Das duas formas de pavimentos a utilização de pavimentos permeáveis em vias para pedestre pode constituir-se em aliado na redução dos impactos causados pelas precipitações nas redes de drenagem;

e) Taxas de ocupação do solo e taxas de permeabilidade de lotes: estes índices são regulados pelas legislações municipais, necessitando haver sintonia entre os índices permitidos com o dimensionamento das redes. O crescimento desordenado das cidades, e as alterações nos planos diretores, em busca de um crescimento fomentado por fatores mercantilistas tem tornado inadequadas as soluções adotadas e construídas, gerando custos para toda a sociedade.

2.8 Sistemas convencionais de drenagem pluvial

A drenagem de áreas urbanizadas na visão clássica é composta por “obras de engenharia” (GORSKI, 2010: 99), cujos componentes básicos são os de canalizações e seus complementos.

Segundo Mascaró (2005: 159), os sistemas drenantes urbanos constituem-se basicamente de duas estruturas, as convencionais amplamente utilizadas até o século XX, e as não convencionais, surgidas em meados do século XX.

Entre os elementos construtivos de infraestrutura, considerados convencionais, temos:

a) vias pavimentadas, na qual o pavimento, associado aos meios-fios e sarjetas formam importante fonte coletora e transportadora, com adequada capacidade de vazão, que deve ser aproveitada até onde possível, com o propósito de reduzir os custos do sistema tubulado subterrâneo;

b) redes de tubulações subterrâneas, com dispositivos ou sistemas de captação, que recolhem as águas superficiais, até então conduzidas pelas vias pavimentadas, associadas aos meio-fios e sarjetas;

Os componentes construtivos dos sistemas convencionais acima citados, são descritos por Mascaró (2005, 160/170), e ficam posicionados de forma adequada para cumprir uma função específica no desempenho funcional do conjunto de dispositivos com o propósito de drenar as águas pluviais, sendo eles:

a) meios-fios: posicionados na linha que divide o passeio da via para deslocamentos dos veículos, este elemento se eleva em geral 15 centímetros acima do nível do leito da rua, sendo constituído em geral de pedras de basalto ou granito, semi enterradas, e dispostas sequencialmente em linha paralela ao eixo da rua. Também são encontrados em concreto pré-moldado ou moldados no local, ou outros materiais de semelhante desempenho;

b) sarjetas: espaços das vias situadas junto ao meio fio, formando canais abertos de escoamento cuja base é o pavimento da via, tendo em um dos lados o meio-fio. As sarjetas fazem o recebimento das águas que se precipitam pela via e pelo passeio, bem como tem a função de receber dutos oriundos das coberturas das edificações ou das áreas interiores dos terrenos urbanizados. As características básicas podem ter alterações em seus elementos construtivos, com uma face associada ao pavimento da via, que poderão ser de pedra de basalto, granito, concreto pré-moldado, ou moldado no local, ou então compor com o meio-fio um mesmo elemento;

c) sarjetões: são elementos específicos utilizados em cruzamentos de ruas, com a particularidade de conciliar as declividades de as vias. Desta forma os sarjetões tem o formato de “V” com ampla abertura, sendo construídos com os mesmos materiais das sarjetas. Como as ruas tem como função principal o escoamento do trânsito de veículos, o escoamento das águas pluviais constitui outra função, que sendo eventual não pode ser considerada menos importante. O escoamento no encontro de vias quando providas de sarjetões, estes devem atender às demandas do escoamento pluvial, sem prejudicar o tráfego dos veículos;

d) bocas de lobo: constituem-se dos elementos que captam as águas superficiais que correm pela sarjeta, transferindo-as para as tubulações e galerias da rede subterrânea. Para atender a esta condição, constituem-se de caixas de seção em geral quadrada ou retangular, dispondo ou não de lastro para a retenção de sólidos e sedimentos, e com a parte superior provida de dispositivo coletor, caracterizados em três tipos: Captação vertical, onde na parte superior são dispostas grades de ferro reforçadas, no mesmo nível das vias; O sistema de captação lateral utiliza tampa em concreto disposta ao nível do passeio, e o vão de captação localizado na posição do meio-fio; e, o sistema misto que utiliza ao mesmo tempo as duas soluções combinadas, permitindo maior eficiência de coleta, sendo aplicável em situações de maior volume a coletar. As paredes das caixas são construídas em alvenaria de tijolos ou pedras, ou ainda em concreto, pré-moldado, ou moldado no local. O posicionamento adequado é próximo das esquinas, buscando atender à demanda de trechos convergentes. O espaçamento entre um e outro depende do regime de chuvas na região, da declividade e largura das vias, ou seja da área de contribuição ou coleta do dispositivo.

As bocas de lobo localizadas em locais com grandes volumes de água coletados pelas sarjetas, em geral situadas em baixadas, precisam de dimensionamento fora dos padrões gerais, para que atendam as necessidades específicas, pois esta situação é uma forma comum de alagamentos urbanos;

e) condutos de ligação: são os dutos, ou tubulações que captam as águas coletadas pelas bocas de lobo, conduzindo-as à jusante, ao próximo elemento do sistema, podendo ser uma caixa de ligação, outra boca de lobo, poços de visita, galerias, ou mesmo o arroio ou curso d'água de destinação final. Como regra geral são construídos em concreto pré-moldado em seção circular, com sistemas de encaixe tipo ponta e bolsa entre as peças;

f) caixas de ligação: estas caixas tem o propósito de unir elementos do sistema, em geral tubulações de montante, para uma única tubulação à jusante. Constituem portanto de elemento de encontro de diferentes redes receptoras, não necessitando de abertura superior para inspeção ou visita. Em geral são construídos em concreto pela necessidade de resistirem

à abrasão produzida pelas turbulências do encontro de correntes de água. O fechamento superior também é executado em placas de concreto armado. Este elemento é pouco utilizado, pois muitas vezes este elemento pode ser substituído por uma caixa com a parte superior aberta, servindo como boca de lobo;

g) poços de visita: tem processo construtivo e função assemelhada às caixas de ligação, com o diferencial de serem providos de tampa removível que permite a inspeção e a limpeza da rede. Sua construção deve atender aos requisitos de dimensões necessárias ao trabalho a ser desenvolvido no local, recomendando-se a dimensão mínima de 1,00m de lado, caso a seção transversal seja quadrada ou retangular, com altura mínima de 2,00m. Em poços de grande profundidade, é possível a redução do trecho superior, cujo trecho é denominado “chaminé”, com seção recomendável de 60 cm x 60 cm, para permitir a passagem de uma pessoa;

h) galerias: as galerias são constituídas por tubulações ou canais cobertos, geralmente executados em concreto, e em alguns casos com alvenarias de pedras, pois são construídas para servir a várias redes de condutos de ligação, na qual passam grandes vazões de água em períodos chuvosos.

O dimensionamento dos elementos dos sistemas convencionais tem embasamento nas chamadas “áreas de contribuição”, que constituem a área física que recebe a precipitação da chuva, multiplicada pelos níveis de precipitações pluviométricas. Nestes cálculos devem ser inseridos fatores outros, como as declividades do terreno, níveis de impermeabilidade do solo, e vários outros, não sendo apresentados no estudo por não constituir o foco do trabalho.

2.9 Dispositivos para redes pluviais considerados alternativos, ou não convencionais

Os sistemas drenantes considerados não convencionais ou alternativos podem ser definidos como dispositivos ou elementos construtivos que contribuem para a solução da drenagem pluvial em uma cidade, reduzindo as sobrecargas, e que apresentam baixo custo de implantação, podendo ser adotados em diversas escalas de grandeza, incluindo a contribuição individual de cada cidadão a partir do seu local de moradia. Levam em conta o ciclo natural da água e contribuem para a mitigação dos impactos ambientais das cidades.

A conceituação geral de dispositivos não convencionais, segundo Canholi (2005: 31) são aqueles dispositivos ainda não disseminados e que “diferem do conceito tradicional de canalização, mas podem estar a ela associadas, para adequação ou otimização do sistema de

drenagem.” Entre estas destacam-se aquelas que incrementam o processo de infiltração, produzem a retenção dos picos de enchentes, retardando o fluxo e protegendo as áreas mais baixas.

A conceituação apresentada por Moura (2004: 5) diz que os sistemas compensatórios, também denominados alternativos são aqueles que se opõe ao escoamento rápido das águas pluviais sendo fundamentados na infiltração e retenção das águas precipitadas, retardando e diminuindo os volumes escoados superficialmente, produzindo melhoria da qualidade da água lançadas nos rios e servindo a usos alternativos às águas potáveis, produzidas com altos custos para o consumo humano.

A participação coletiva na solução de importante problema reduz os custos para o setor público e envolve a coletividade na solução dos problemas da cidade. Estes elementos diferenciam-se daqueles considerados convencionais, visto que as tecnologias até então utilizadas como solução já não atendem às demandas, pois tem sido comum os alagamentos nas cidades servidas apenas com os métodos convencionais.

Os elementos considerados não convencionais podem ser executados pelo poder público em áreas públicas ou em áreas privadas por pessoas físicas ou jurídicas, estas como contribuição decorrente da conscientização ambiental, ou por dispositivos legais com a participação pública na promoção de suas implantações.

Gorski (2010: 61/73) apresenta como problemas a serem superados, a deterioração da qualidade da água lembrando que não basta somente que ela exista, mas que exista com qualidade, e que as alterações no ciclo das águas no meio urbano, a eliminação das matas ciliares, a produção de sedimentos, geração de esgotos e resíduos sólidos descartados indevidamente, impermeabilização do solo e a erosão de margens e assoreamento dos leitos dos rios, são elevados custos da urbanização em um elemento essencial da vida, cuja qualidade é degradada. Além disso Tucci (apud Gorski, 2010: 65) explica outro processo, o da poluição difusa – as chuvas captam a poluição do ar, varrem a superfície das áreas urbanizadas contaminadas por componentes orgânicos e metais, carregam resíduos sólidos e lixos urbanos, e transportam o esgoto despejado indevidamente na tubulação de drenagem.

Os impactos listados não podem ser resolvidos com as tecnologias e processos dos sistemas clássicos, por isto a necessidade de serem exploradas concepções que integrem os aspectos ecológicos ao desenvolvimento urbano, onde ações de educação ambiental, segundo Gorski (2010: 75) podem constituir “abertura de horizontes”, onde os aspectos de regulamentação legal de uso do solo e de destinação de águas da chuva passam a ser um fenômeno a ser implantado sem reversibilidade.

Considerando que os espaços de cidade constituem duas titularidades distintas, uma de uso público e outra de uso privado, não se pode olvidar que suas soluções ou aplicabilidades passam pelos processos de custeio. Levando em conta que os municípios de pequeno porte possuem escassos recursos, e que os moradores destas cidades tem em geral renda média abaixo daquelas dos moradores das cidades de médio e grande porte, a questão custos passa a ser decisiva.

2.9.1 Dispositivos Não Convencionais de Redes Pluviais

Os dispositivos são vários, com amplas possibilidades de uso e aplicações. Mascaró (2005, 171/172), apresenta como pertencentes a este grupo: canalizações centralizadas à céu aberto, bacias de estocagem; trincheiras de infiltração; planos ou valas de retenção e infiltração; poços de infiltração e caixas de retenção e caixas de água pluvial para uso não convencional.

As denominações destes componentes ainda não são unânimes na bibliografia técnica, visto diferentes termos utilizados pelos autores. O aumento dos usos e aplicações certamente consolidará as denominações técnicas e as definições exatas a cerca da forma de construir, bem como da melhoria geral do detalhamento e métodos de dimensionamento.

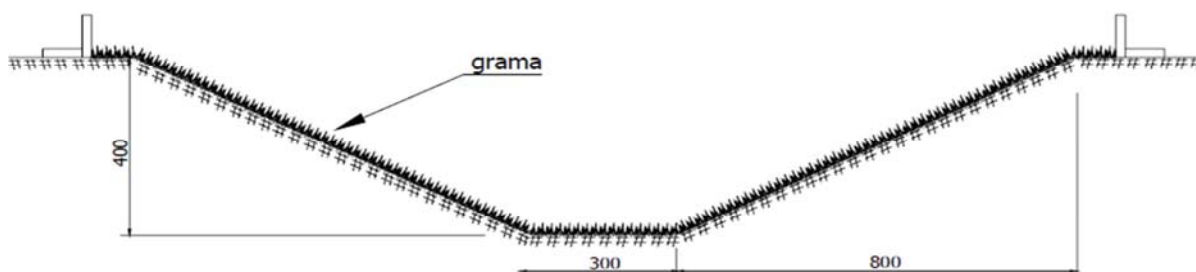
A seguir serão apresentados cada dispositivo, ilustrados com suas representações gráficas, por diversos autores:

a) canalização centralizada à céu aberto: Constituem-se em valas com seção transversal trapezoidal, ou em forma de semi círculo, nas quais as paredes laterais em forma de talude podem ser gramadas e ajardinadas. Estas valas são indicadas para avenidas com canteiros centrais relativamente largos, onde a coleta das precipitações propiciaria a infiltração no solo, reduzindo o volume de água a escoar, tendo a vegetação a função de produzir uma redução de velocidade de escoamento, retenção de sólidos de erosão.

A figura 3 ilustra o modelo apresentado por Canholi (2005) apud Urbona (1993) em que no canteiro central de uma avenida, ou mesmo nas laterais, é possível a construção de uma trincheira inserida parte central da canalização, visando manter a superfície drenada, o que pode favorecer a manutenção da vegetação de cobertura caso seja utilizada grama. As trincheiras constituem elementos úteis na aplicação de técnicas compostas, servindo nesta solução, para a absorção ou redução significativa do acúmulo superficial de água, e aumentando a superfície de infiltração de água no solo, servindo ainda como reservatório subterrâneo até que a infiltração seja completa.

das paredes laterais, evitando a erosão do terreno, e facilitando a manutenção e conservação do paisagismo, e melhorando a acessibilidade ao fundo do canal para limpeza periódica.

Figura 5 - modelo de canalização centralizada..



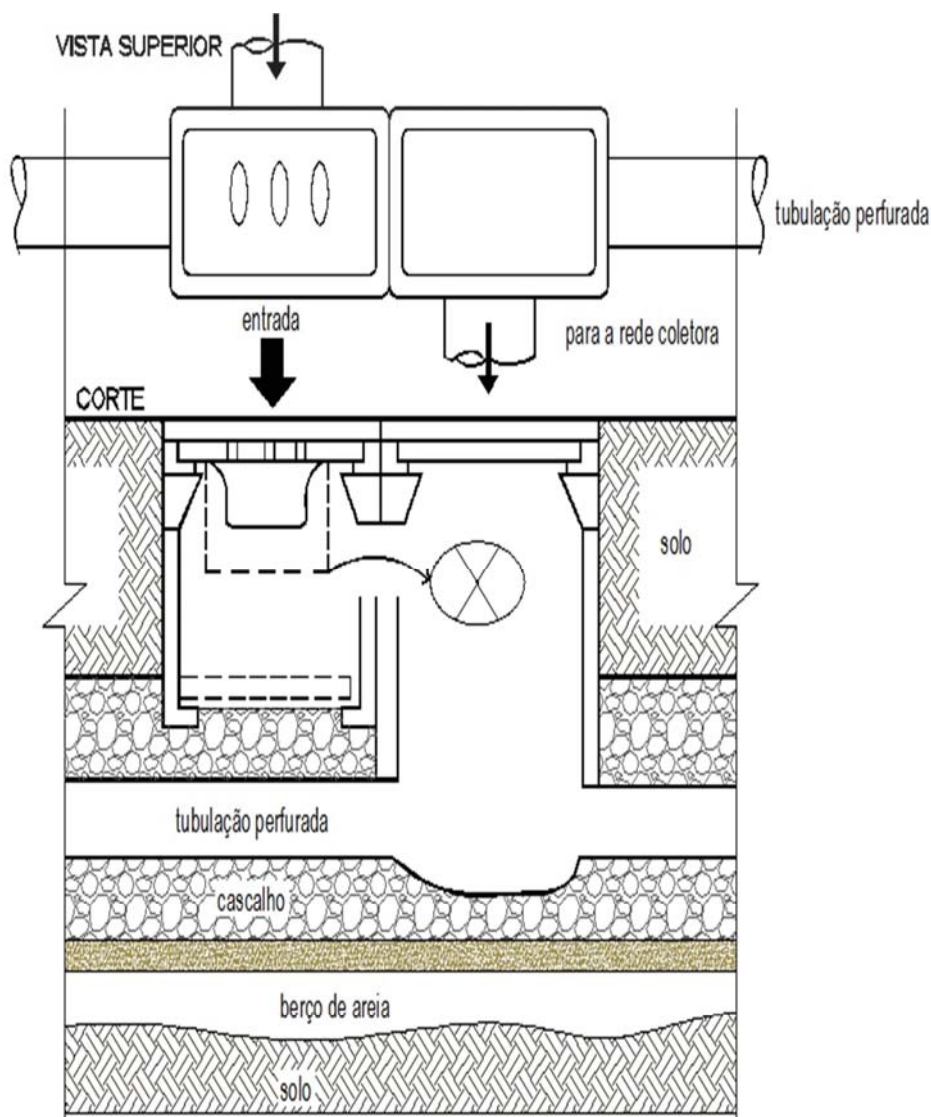
Fonte: Moura (2004).

b) bacias de estocagem: são assim definidos o alargamento dos canais ou mesmo das tubulações, onde a água das chuvas podem ficar depositadas por algumas horas, durante o período de pico das precipitações. O propósito é evitar o transbordamento à jusante, onde alagamentos foram identificados e produzem danos, e cuja intervenção seria onerosa. As bacias de estocagem, também chamadas de “piscinões”, podem fazer parte de parques e da infraestrutura verde de uma cidade, servindo para diversos fins em períodos sem chuvas, quando o leito inundável permanece seco. Estas bacias podem ocupar praças, parques ou áreas de recreação, pois o alagamento é temporário, protegendo a cidade no momento das chuvas mais intensas, retornando ao seu uso costumeiro após a drenagem total do volume represado.

As bacias de estocagem podem também consistir em equipamentos prediais dispostos junto a grandes coberturas, em prédios públicos ou privados, de forma a permitir o controle das vazões lançadas ao meio externo. Este tipo de equipamento poderá equipar as edificações localizadas em áreas onde o dispositivo e seus resultados apresentem alívio às inundações.

A figura 6, adaptada de Tucci (2006), mostra uma bacia de estocagem construída junto a uma boca de lobo, que pode ser construída sob a via pública, ou sobre o passeio público, onde o solo inicialmente recebe uma camada de areia grossa ou areião, sobre a qual é colocada uma camada de cascalho ou brita de elevada granulometria, na qual é inserida um tubo perfurado, podendo ser em concreto, ou outro material, que transfira a água recebida ao meio drenante. Na parte superior, é feita uma câmara de acumulação, que constitui o núcleo da bacia de estocagem, na qual é feita a ligação com a tubulação da rede de drenagem pluvial para escoamento dos excessos. Esta solução é complementada pela construção de uma caixa de captação com tampa tipo boca de lobo, que absorve as águas recolhidas pela sargeta. Os componentes construtivos devem ser feitas preferencialmente em concreto, com o propósito de garantir elevada vida útil ao sistema.

Figura 6 – Bacia de estocagem, com sistema de dreno em prédio particular.



Fonte: adaptado de Tucci, (2006).

Espaços abertos e como praças, parques e áreas de lazer são locais adequados para bacias de estocagem para grandes volumes, pois o local de armazenamento das águas pode ser utilizado com diversos usos paisagísticos ou com áreas de recreação e práticas de esportes e atividades ao ar livre. A combinação de usos otimiza os recursos aplicados.

As bacias de retenção podem ser construídas ou posicionadas em conjunto com outros tipos de elementos drenantes, com finalidades assemelhadas e propósitos comuns de servirem ao sistema de infraestrutura drenante. A ocorrência do uso conjunto de mais de uma solução em um mesmo elemento permite o uso de diferentes, cuja unanimidade conceitual parece ainda não definida pelos autores no assunto. A figura 7, mostra a visão conceitual de Moura, (2004):

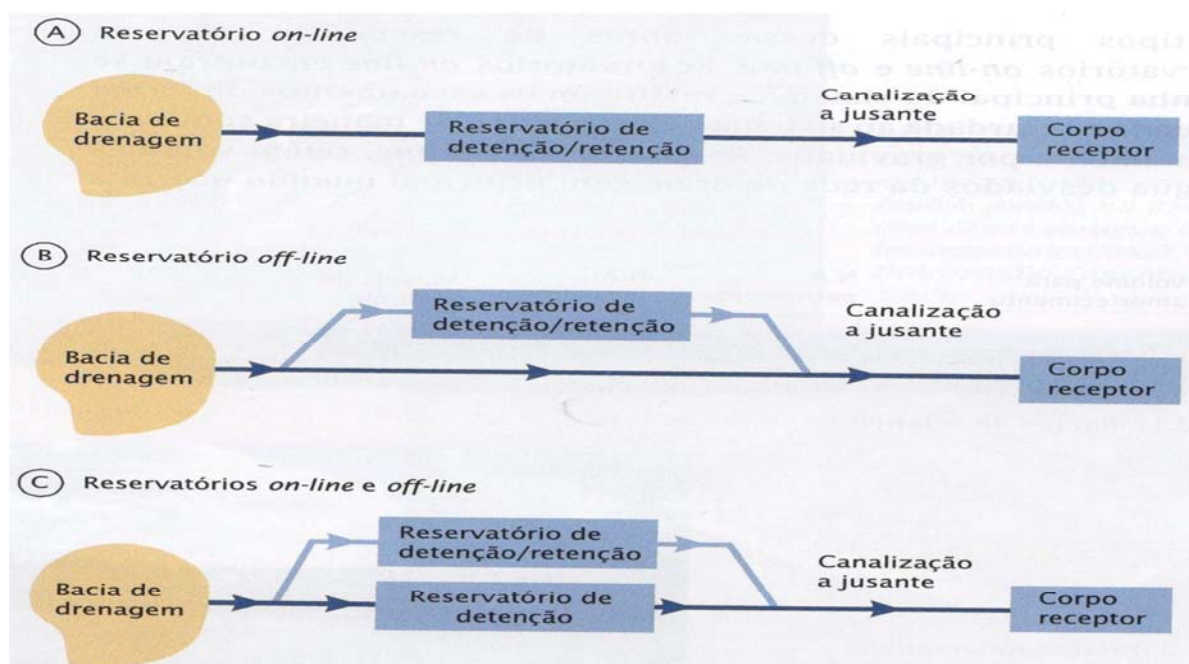
Figura 7 - diferentes tipos de bacias de retenção.



Fonte: Moura (2004).

A conceituação nominal e gráfica de Canholi (2005), mostrada na figura 8, apresenta uma visão diferente, resultado de seu trabalho no tratamento das inundações na cidade de São Paulo, onde as bacias de captação consideradas são de maior porte, e posicionadas em ambientes predominantemente urbanizados. A utilização individual ou de múltiplos reservatórios de retenção/retenção em paralelo ou em série, permite acomodar os volumes necessário ao controle de inundações de acordo com as condições de ocupação do solo urbano à montante das áreas inundáveis.

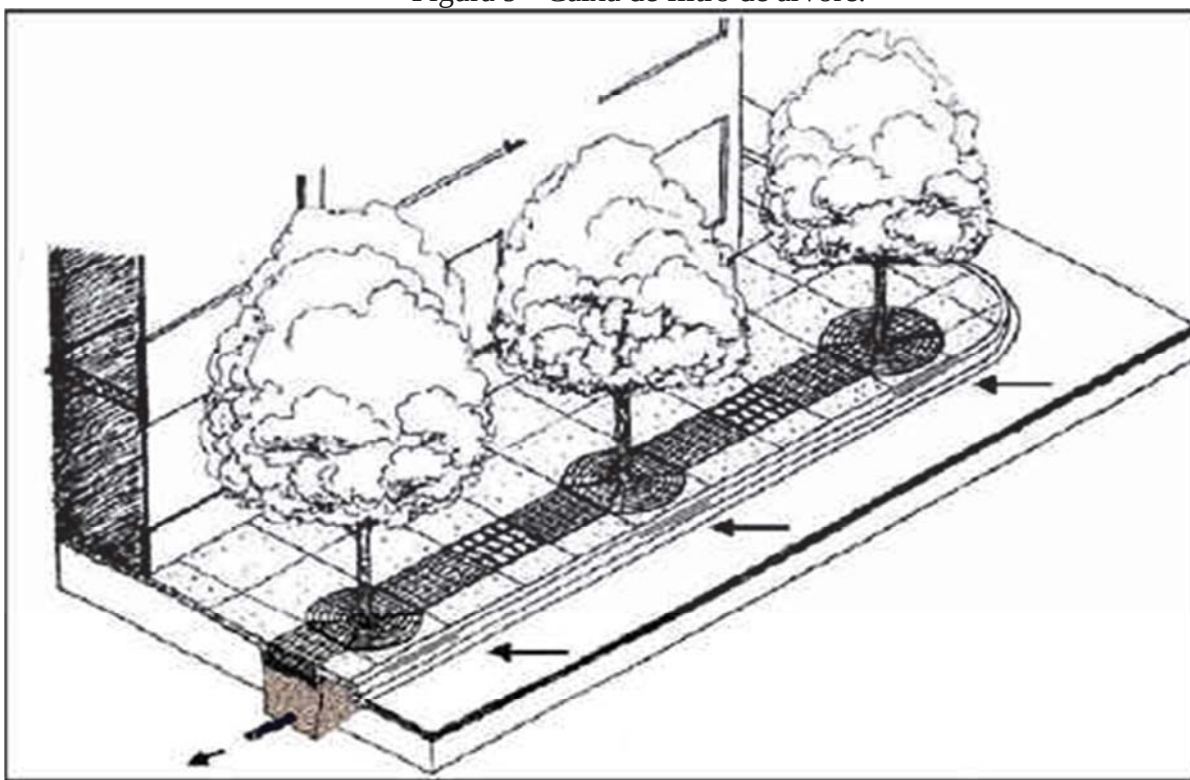
Figura 8 - diferentes tipos de bacias ou reservatórios de retenção.



Fonte: Canholi (2005).

c) Caixa de filtro de árvore: solução recomendada pelo EPA (United States Enviromental Protection Agency, Low Impact Development - LID) para ser implantada em alinhamento com a arborização, junto aos passeios, conforme mostrado na figura 9. Assemelhada ao outros dispositivos, é composta por vala de infiltração implantada ao longo do alinhamento das árvores junto ao passeio. Tem a função de servir à alimentação hídrica do vegetal e de aumentar a retenção e a infiltração das águas pluviais, produzindo também a retenção de poluentes, fazendo com que a água que passa pelo sistema, drenada ao ciclo hídrico, tenha maior pureza.

Figura 9 - Caixa de filtro de árvore.



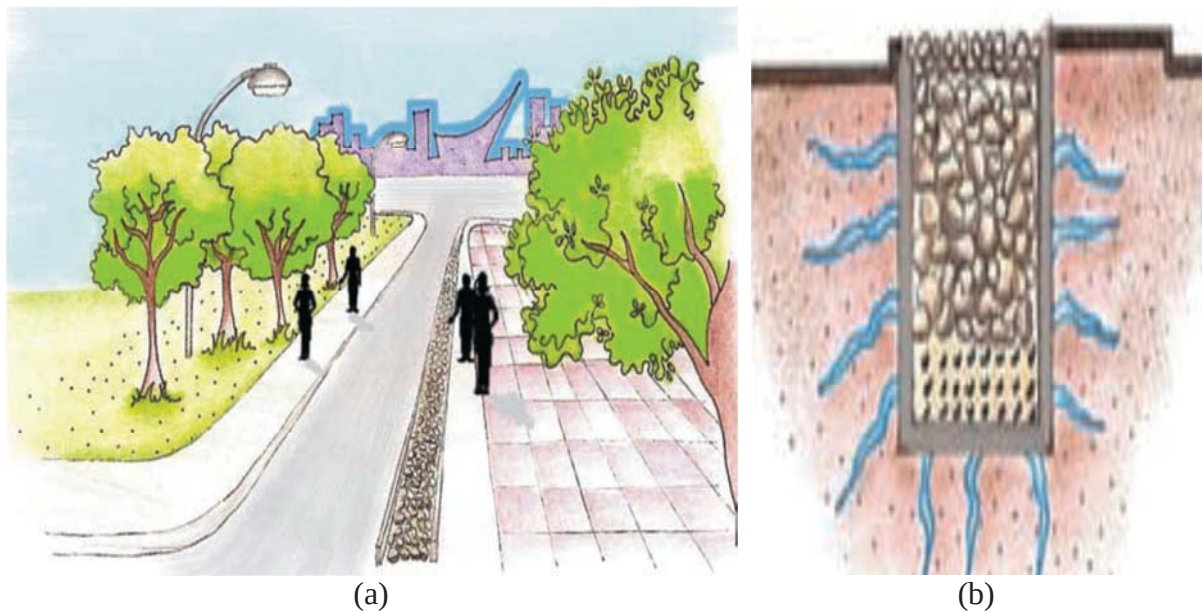
Fonte: Virginia DCR Stormwater Magement Program, apud EPA (LID).

d) trincheiras de infiltração e retenção: são constituídas de elementos drenantes dispostos de forma linear, com extensões expressivas comparadas com as dimensões da seção transversal, dispostas com a face superior aparente ao nível do solo, embora tenha o volume de retenção enterrado e as superfícies de infiltração localizadas nas paredes e fundo das valas que as contém, sendo cobertas por um sistema de alta eficiência de drenagem (MASCARÓ, 1980). Um dos propósitos das trincheiras é o de cumprir aspectos compensatórios por áreas impermeabilizadas, quer em áreas privadas ou públicas. As formas de utilização e disposição podem ser variadas, podendo ocupar parte dos canteiros centrais de avenidas, passeios públicos, áreas verdes em geral e estacionamentos.

Esta solução também pode ser aplicada em terrenos de uso privado, dependendo da existência de condições para sua implantação “O funcionamento das trincheiras é bastante simples. “O acesso das águas superficiais à estrutura pode ser efetuado diretamente, através da superfície do dispositivo, ou através de um sistema convencional de drenagem, que efetua a coleta e sua introdução na trincheira.”(BAPTISTA, NASCIMENTO E BARRAUD, 2005).

As trincheiras tem seu funcionamento assemelhado às bacias, mas a forma linear e de grande extensão é que lhe dá a característica principal. Terrenos de indústrias, ginásios de esportes, praças, áreas de estacionamento e mesmo canteiros centrais de avenidas são locais recomendados para a aplicação destes dispositivos. A figura 10 ilustra em vista perspectiva (a) e em corte (b) a execução de uma trincheira.

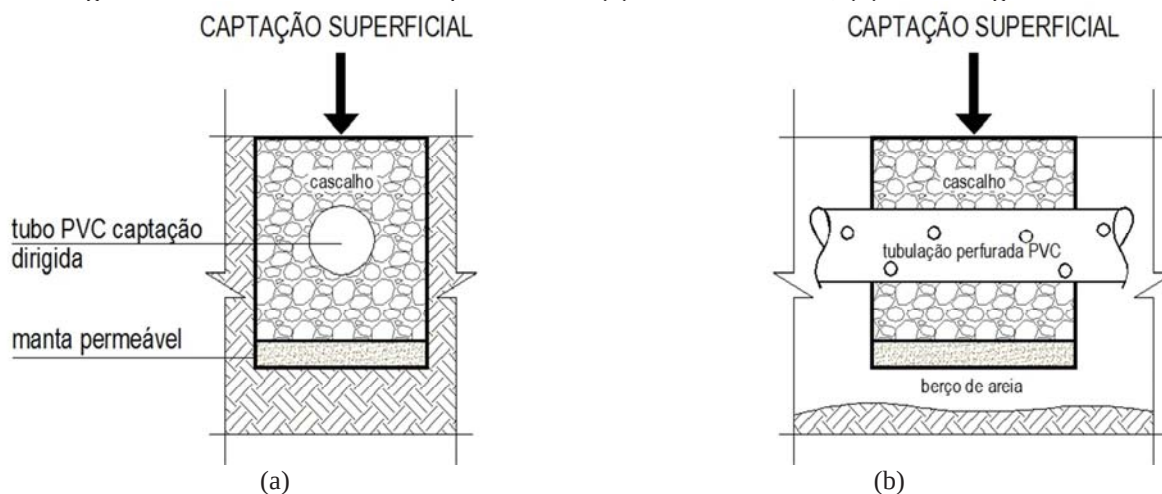
Figura 10 – Trincheiras de infiltração.



Fonte: Camapum de Carvalho e Lelis (2010).

O conceito de trincheira apresentado por Tucci (2204), mostrado na figura 11, é assemelhada àquela mostrada por Camapum de Carvalho e Lelis, diferenciando-se por associar o uso de um tubo de PVC cuja trajetória passa por dentro da trincheira, lugar onde a tubulação é perfurada para a transferência da água conduzida pelo tubo para a trincheira. O uso da trincheira apresentada por Tucci parece ser adequada para uso em terrenos com taxas de ocupação que permitam sua implantação dentro do lote, pois as águas proveniente das calhas, ganham a oportunidade de infiltrar-se no solo onde a edificação está construída, transferindo ao sistema de drenagem urbana apenas o excedente, quando a capacidade de acumulação e infiltração é superada por vazões intensas ou prolongadas.

Figura 11 – Trincheiras ou valas permeáveis: (a) corte transversal; (b) corte longitudinal.



Fonte: adaptado de Tucci (2004).

e) Planos ou valas de retenção e infiltração: estes dispositivos tem como princípio utilizar as curvas de nível amplamente difundidas na agricultura com o propósito de retenção para a infiltração, ou mesmo escoamento com baixas velocidades para controle de erosão. No caso de utilização como técnicas compensatórias de áreas impermeabilizadas, estes planos podem receber valas com o propósito de aumento dos volumes retidos, bem como de sistemas de controle de vazão nas saídas, retendo parte da vazão que ocorreria naturalmente. A forma de disposição dos planos ou valas em áreas públicas depende das características topográficas, amplitudes planimétricas, permeabilidade do solo e outras, podendo ser utilizados em combinação com trincheiras, sendo mais apropriado, nas cidades de pequeno porte o uso em terrenos particulares, como técnica compensatória, dentro de um conjunto de medidas mitigatórias impermeabilizações produzidas no próprio lote e na cidade, considerando uma educação ambiental ligada às construções sustentáveis. Retardar o escoamento maximizando a infiltração, utilizando as áreas temporariamente alagáveis para tratamento paisagístico são fundamentos desta solução, que produz importantes efeitos na aparência de uma cidade, melhorando a integração do ambiente urbano com o ambiente natural. Esta solução pode ser feita com valas abertas ou inseridas no solo, sendo esta alternativa sem o uso da associação de soluções paisagísticas.

No Brasil, é frequente o uso de planos ou valas de infiltração, especialmente nas regiões alagáveis das grandes cidades, contudo estas regiões não recebem tratamento paisagístico pela razão de em geral ficarem localizadas em zonas de baixa valorização imobiliária, e cercada por moradias de baixa renda. Em países de alto desenvolvimento humano é possível encontrar exemplos de planos ou valas de infiltração e drenagem ajardinados, como mostra a figura 12.

Figura 12 – Plano ou vala de infiltração e detenção em (a) Lenexa, Kansas; (b) San José, Califórnia.



Fonte: EPA (LID).

A solução apresentada por Tucci para as valas de infiltração no solo, e apresentadas na figura 13, mostra um conceito mais literal, pois de fato, seu modelo constitui-se de uma vala na qual o material de granulometria elevada ocupa o espaço da vala, sendo ainda envolvido por material geotêxtil, para evitar a erosão das paredes laterais e colmatação dos poros, tendo ainda em seu interior um sistema de tubulações que distribuem as águas provenientes dos elementos de captação, seja de coberturas ou superfícies ao nível do solo. As valas são cobertas pela vegetação ou pavimentação superficial, podendo o local das valas terem outros usos além daquele utilizado para infiltrar as águas de chuva.

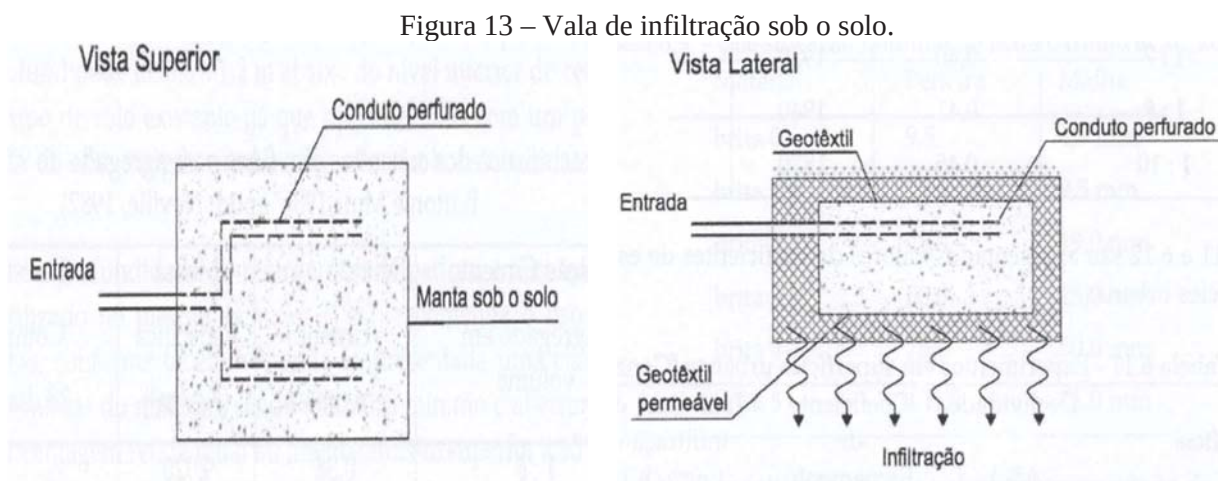


Figura 13 – Vala de infiltração sob o solo.

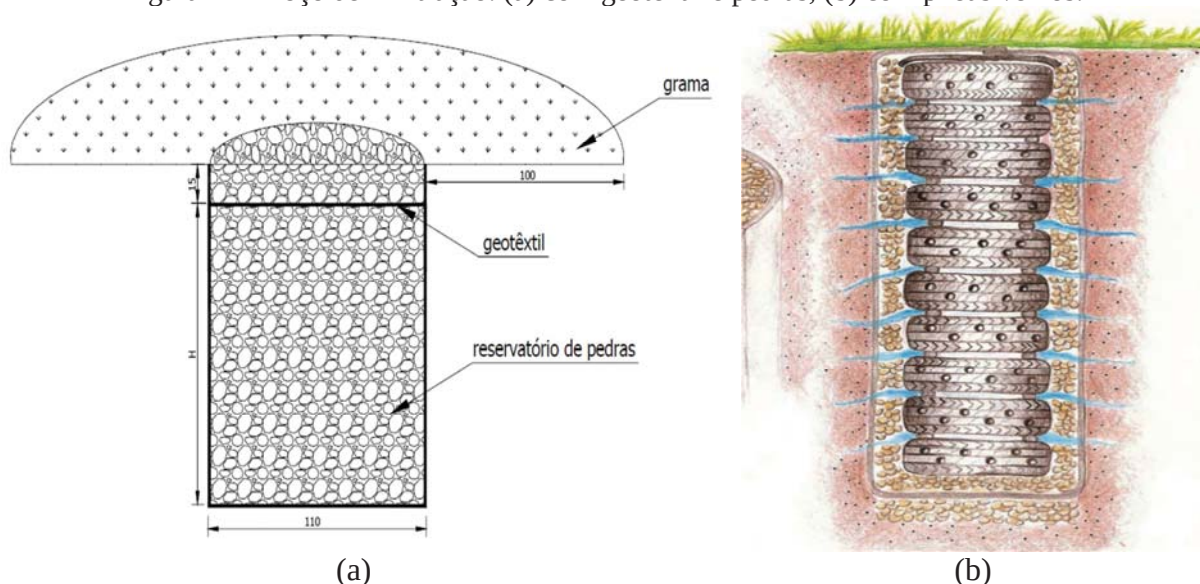
Fonte: adaptado de Tucci (2004).

f) Poços de infiltração: soluções adequadas para terrenos com altas taxas de ocupação do solo, onde o dispositivo pode ocupar o subsolo do espaço onde a edificação está implantada. Buscam a retenção dos picos de chuvas pelo armazenamento de águas coletadas da cobertura, ou áreas pavimentadas. O poço pode ser construído com diferentes níveis para diferentes finalidades, possibilitando o funcionamento associado a uma caixa de retenção, com diferentes efeitos práticos:

- Infiltração no solo;
- armazenamento para reuso;
- retenção provisória para redução dos picos de precipitações.

Os poços de infiltração são construídos a partir de dimensionamento técnico onde são levadas em considerações as grandezas que envolvem os volumes a serem armazenados, a capacidade de infiltração do solo e as vazões pretendidas para que o poço infiltre. A figura 14 mostra dois modelos, sendo o primeiro (a) apresentado por Moura (2004), composto por material drenante disposto em poço escavado no solo, e revestido com material geotêxtil, e coberto com material drenante junto da superfície, e o segundo (b), citado por Camapum de Carvalho e Lelis (2010), com a utilização de pneus velhos envolvidos por material de granulometria elevada.

Figura 14 – Poço de infiltração: (a) com geotêxtil e pedras; (b) com pneus velhos.



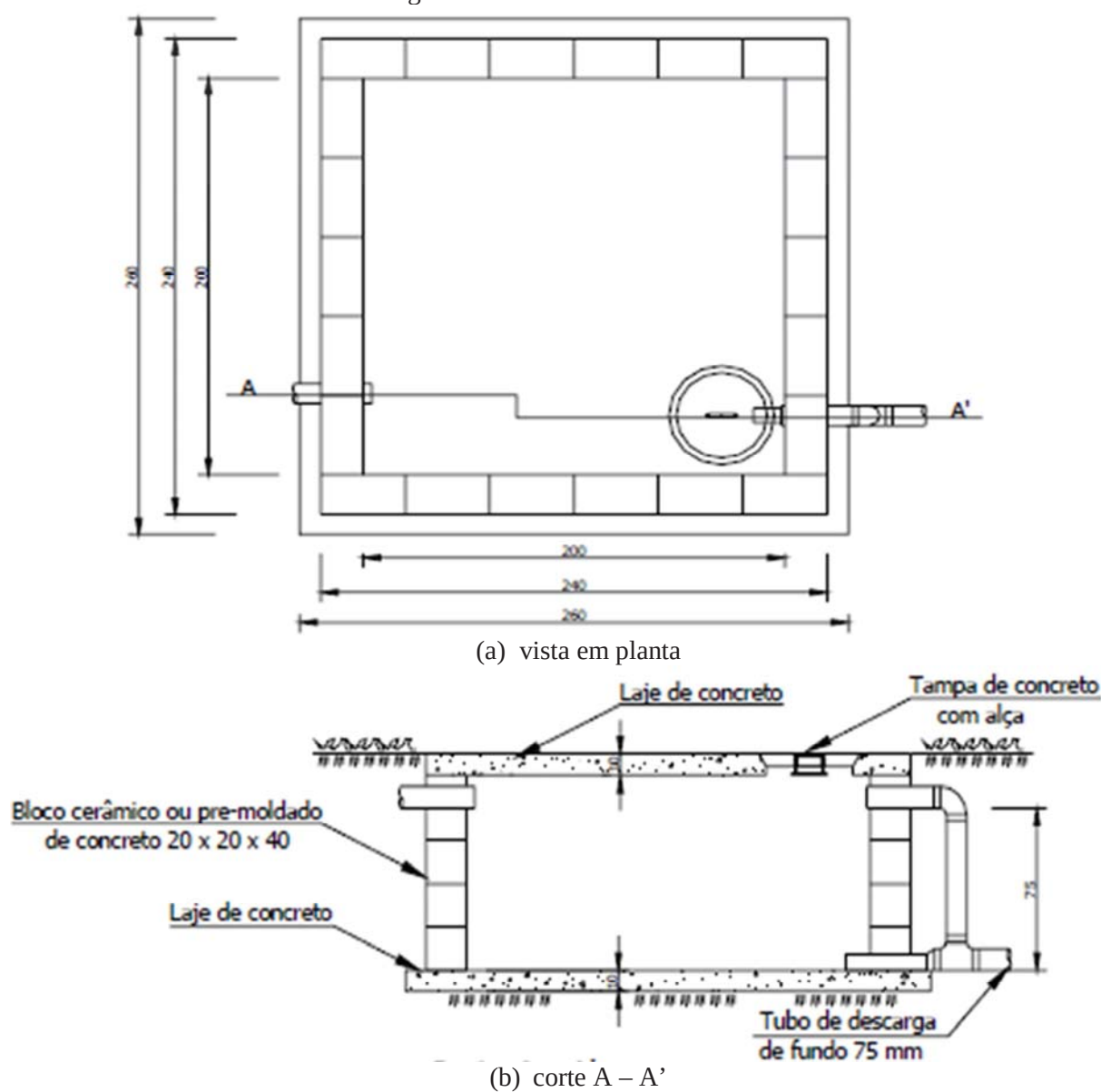
Fonte: (a) Moura (2004); (b) Camapum de Carvalho e Lelis (2010).

g) Caixas de retenção: são dispositivos controladores de vazão para as águas coletadas dos telhados ou terrenos impermeabilizados em edificações com o propósito de aliviar picos de vazões em situações de chuvas intensas. Estes dispositivos são também

denominados de reservatórios e podem conter lastros que permitam coleta para instalações de reuso de água das chuvas, sem contudo disporem de sistemas de infiltração no solo. Tem como principal característica o dimensionamento da tubulação de saída, composta por dois tubos principais, um em menor cota interna, onde será feito o controle de vazão, para regularizar o fluxo de saída em volumes compatíveis com o desejável, e outro, em cota superior, ao nível do topo da caixa, que servirá como extravasor em situações críticas de transbordamento.

As caixas também podem ser denominados de micro reservatório de lote, conforme Moura (2004), cujo desenho é mostrado na figura 15:

Figura 15 – micro reservatório de lote:



Fonte: Moura (2004)

h) Reservatórios para uso não potável: os reservatórios de água de chuvas para uso não potável captam águas em geral de calhas de cobertura, por serem teoricamente menos sujas ou contaminadas, comparadas com as águas que poderiam ser coletadas em pisos ou terraços.

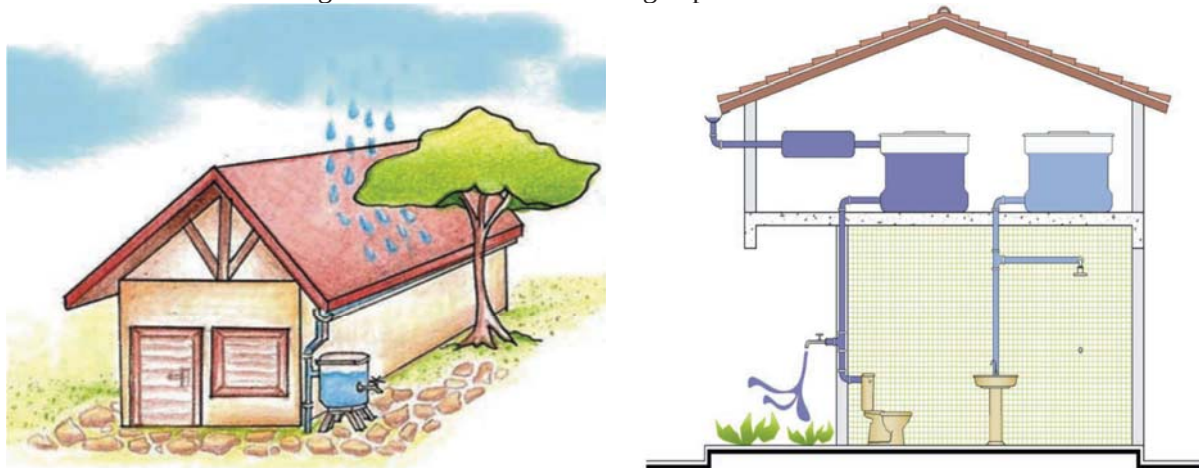
Estes reservatórios podem ser construídos de diversas formas e posicionamentos, dentro dos prédios, nos sub solos, ou mesmo aparentes sobre o terreno. Podem ser únicos ou múltiplos, construídos em alvenaria, concreto ou em fibra de vidro, com capacidades elevadas para enfrentamento de prolongados períodos sem chuvas.

O uso domiciliar de águas de chuva, mesmo quando não potável, recomenda a construção de dois ou três tanques, sendo o primeiro o de filtragem, no qual materiais de alta permeabilidade, como por exemplo brita de granulometria 1, são envoltos em manta geotêxtil, para a retenção de material particulado proveniente de folhas ou outros sólidos que alcançam as calhas de cobertura. O segundo tanque recebe a água já filtrada, para uso ou bombeamento a um reservatório superior, sendo neste segundo tanque o local apropriado para cloramento, decantação ou a aplicação de outros processos químicos ou físicos de tratamento das águas antes de sua utilização.

A percepção da água como um bem cada vez mais essencial e valioso, faz com que sua retenção para usos alternativos torne-se uma forma adequada e de baixo custo, reduzindo os volumes capturados em rios ou lagos e o consumo de produtos químicos e energia demandada nos complexos e onerosos métodos de tratamento.

A figura 16 ilustra diferentes formas de captação e encaminhamento de usos domiciliares para águas de chuva, conforme Capamum de Carvalho e Lelis (2010).

Figura 16 – reservatórios de água para uso alternativo



Fonte: Capamum de Carvalho e Lelis (2010).

i) Cobrança pela não drenagem de águas pluviais: a tese de cobrança pela não utilização de sistemas drenantes em terrenos privados, em que as benfeitorias construídas alteram de forma substancial a rede coletora de águas pluviais, contribuindo para os transbordamentos, tem ganhado aliados por se constituir em ferramenta que se alia à outras soluções, induzindo ao uso dos sistemas alternativos. Embora ainda em fase de discussões, as ações de drenagem urbana necessitam de um indutor pois segundo Silveira, (2011:6) “os problemas quantitativos e qualitativos gerados pelas manchas urbanas não trazem nenhum tipo de ônus político para os responsáveis pelas ações que deveriam solucionar esses problemas.”

j) Telhados verdes: segundo o EPA - LID (Low Impact Development) os telhados verdes são uma das formas de retenção de águas de chuva, que contribuem para a redução da velocidade de escoamento e dos volumes descarregados nos sistemas hídricos. Embora a quantidade retida seja relativamente pequena em elevadas precipitações, o sistema contribui de forma significativa na ambiência térmica dos prédios onde é implantado e no paisagismo das cidades. A figura 17 mostra a cobertura de um prédio em Chicago onde esta solução foi implantada. No Brasil esta técnica é pouco utilizada, visto que seus custos são maiores que de uma cobertura convencional, pois exige excelente impermeabilização da laje de cobertura, antes da implantação do sistema construtivo dos telhados verdes.

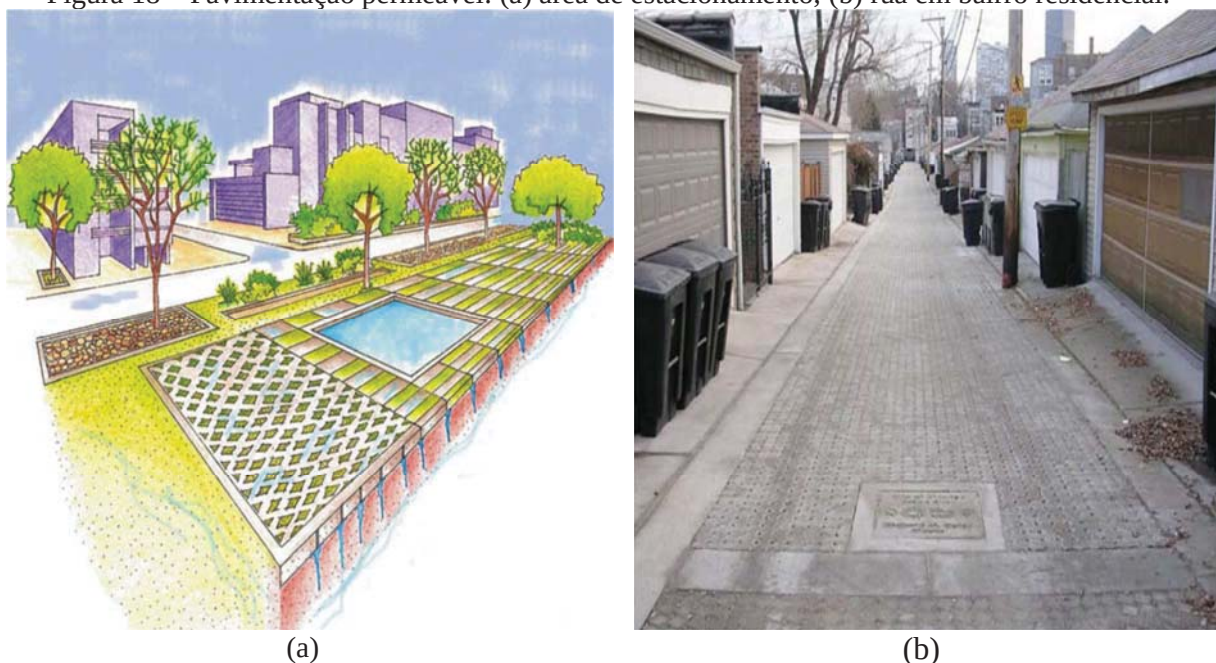
Figura 17 – Telhado verde em Chicago



Fonte: EPA-LID (2012).

k) Pavimentos permeáveis: constitui elemento com uso crescente em nosso meio, embasado em materiais produzidos em concreto, com diversas formas, desde os blocos intertravados aos intertravados vazados, permitindo o cultivo de vegetação nos vãos de permeabilidade. Também são relatados em várias bibliografias, em especial no LID. Os pavimentos permeáveis mais eficientes são recomendados para áreas de estacionamento. O uso de pavimentações com blocos de concreto, também considerados permeáveis, tem uso crescente em várias partes do mundo e também no Brasil. A figura 18, ilustra esta solução de drenagem alternativa, mostrando em (a) a solução para uma área de estacionamento, proposta por Camapum de Carvalho e Lelis (2010), e uma rua em bairro residencial, pelo EPA – LID.

Figura 18 – Pavimentação permeável: (a) área de estacionamento; (b) rua em bairro residencial.



Fonte: (a) Camapum de Carvalho e Lelis (2010); EPA – LID (2012).

2.9.2 Medidas de controle estruturantes e não estruturantes

As medidas de controle das águas de chuva para minimizar os efeitos ou mesmo eliminar as inundações também podem ser classificadas como estruturais e não estruturais. Segundo Canholi (2005:25) execução de obras que produzam elementos de infraestrutura urbana são medidas definidas como estruturais, enquanto aquelas que produzem efeitos não por obras mas pela introdução de normas, regulamentos e por exemplo restrições à ocupação e manutenção de sistemas de drenagem pela população, são definidas como não estruturantes.

As medidas estruturais definidas por Canholi (2005:25) são obras de engenharia caracterizadas como medidas intensivas e extensivas, tendo as intensivas quatro objetivos em seus projetos:

- a) aceleração do escoamento: constituem-se de tubulações, canais e galerias;
- b) retardamento de fluxo: reservatórios (bacias de detenção/retenção), restauração de calhas naturais;
- c) desvio do escoamento: túneis de derivação e canais de desvio;
- d) introdução de ações individuais: obras que buscam proteger as edificações das enchentes.

2.10 Gestão dos processos de drenagem de águas pluviais

A gestão de águas pluviais, segundo Gribbin (2009: 3) “refere-se às práticas de engenharia e às políticas regulatórias aplicadas para abrandar os efeitos adversos do escoamento de águas pluviais. Esses esforços usualmente estão associados a problemas de escoamento resultante de vários tipos de uso e ocupação dos solos.”

A utilização de técnicas apropriadas do gerenciamento continuado dos sistemas de drenagem é tarefa obrigatória por parte dos gestores públicos. Como regra geral os problemas nesta área ficam visíveis em situações calamitosas, quando prejuízos financeiros, e às vezes com vítimas, acabam se materializando.

A condução de uma adequada gestão das águas em uma cidade de pequeno porte, passa por diversos procedimentos, iniciando pela conscientização ambiental da comunidade, refletindo na construção de uma legislação municipal adequada, que respalde os investimentos e ações do poder executivo, consumando um desejo comum de vida em sintonia com o meio natural.

As capitais brasileiras, como São Paulo, Porto Alegre, Curitiba, Belo Horizonte e Goiânia, entre outras tem seus planos diretores específicos para a gestão de águas de chuva, independente dos Planos Diretores de Regimes Urbanísticos. É certo que estas cidades tem mais tempo de história, e de eventos críticos de inundações, mas o caminho a ser trilhado pelas cidades menores é o mesmo.

As cidades de pequeno porte não necessitam do mesmo nível de complexidade das leis requeridas em grandes cidades e regiões metropolitanas, mas o ordenamento de seu espaço urbano a nível de legislação municipal deve ser no mínimo proporcional visto que a forma de ação da sociedade é assemelhada, variando apenas o porte e a frequência com que ocorrem os diversos fatores que envolvem e invocam a necessidade de criação das leis.

A obediência às leis federais e estaduais, de certa forma garante o direcionamento dos resultados, embora não atendam à abrangência necessária da legislação local, nem ao que seja de sua atribuição específica, por isso a falta de legislação municipal em determinado assunto relativo ao convívio urbano pode resultar em acúmulos de situações de desconformidades.

A questão da gestão das águas pluviais urbanas faz parte do conjunto de obras que não produzem votos, pois os recursos são aplicados sob a pavimentação, ficando distante dos olhos da população, fator que talvez justifique as técnicas empíricas geralmente utilizadas nos municípios.

As grandes cidades e aquelas mais antigas já vivenciaram situações de importantes eventos meteorológicos que colocaram à prova seus sistemas de drenagem. Como resultado da experiência acumulam conhecimentos já disponibilizados em alguns Planos Diretores de Drenagem Urbana.

A figura 19, apresentado por Tucci, na obra *Gestão de Águas Pluviais Urbanas*, mostra os elementos que permitem a compreensão das relações e fluxos entre resíduos sólidos e líquidos gerados no meio urbano, onde o uso do solo urbano, definido por zoneamentos, estabelecem as questões relacionadas às densidades, constituindo determinantes para a geração dos volumes de águas servidas, águas pluviais e resíduos sólidos. Estes três componentes se relacionam, embora cada um tenha seus procedimentos próprios, conforme indicado no quadro.

As águas servidas constituem de forma simplificada os esgotos ou efluentes, podendo ser de origem doméstica, comercial, de serviços e industrial, sendo o último aquele que comumente é chamado de efluente, e derivado dos processos produtivos. Os efluentes tem controles qualitativos regidos por legislação específica, com obrigatoriedade de tratamentos na fonte geradora e só alcançam o meio ambiente após apresentar as características mínimas requeridas.

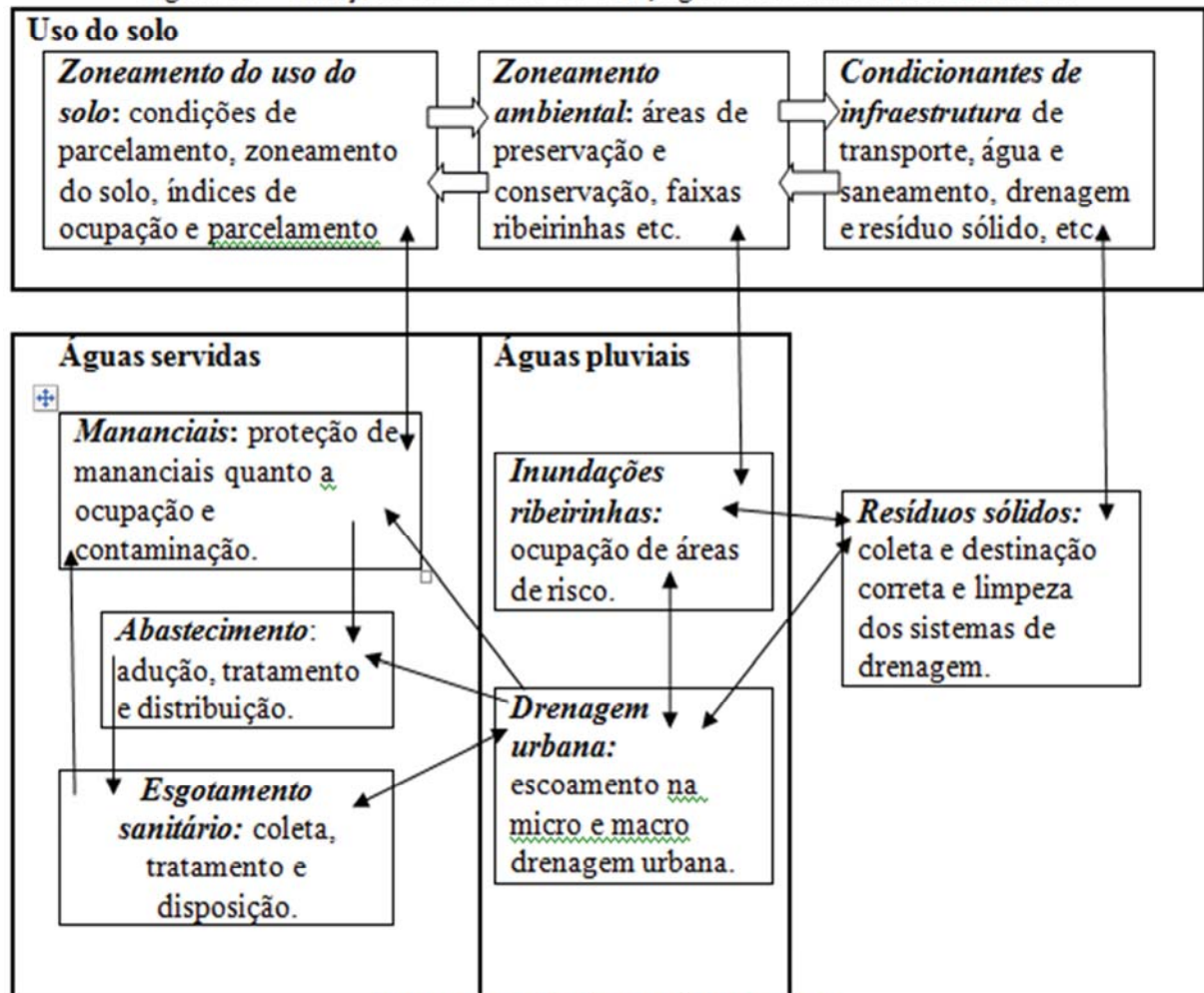
As águas pluviais se diferenciam por terem origem natural, não antrópica como as águas servidas e os resíduos sólidos. Ao ingressar nos ambientes urbanos, as águas pluviais precisam ser direcionadas de forma a cumprir seu ciclo com o menor quantidade de repercussões ambientais possível, ou seja, conduzindo-as a desenvolver uma trajetória que minimize as alterações físicas e químicas.

A presença dos resíduos sólidos neste meio possibilita a contaminação das águas de chuva e o arraste de resíduos aos cursos hídricos. A presença de resíduos sólidos no ambiente aquático produz permanentes alterações na composição química da água, caso levarmos em

conta o tempo necessário para a degradação dos materiais e poluentes arrastados pelas águas de chuva.

A gestão integrada dos resíduos sólidos, do uso do solo urbano e da infraestrutura de drenagem pluvial pode ser considerada essencial do ponto de vista da conservação do meio ambiente em um município, ficando esta gestão a cargo das Prefeituras Municipais.

Figura 19 – Relações entre o uso do solo, águas urbanas e resíduos sólidos.



Fonte: adaptado de Tucci (2006:105).

O gerenciamento das águas urbanas nas pequenas cidades via de regra carece de estrutura e corpo técnico qualificado. O cumprimento de procedimentos técnicos em sintonia com a legislação precisam ter como objetivos a atenção constante, não somente para o que seja a “água em si”, mas também os demais campos correlatos que influenciam o ambiente do lugar, conforme citados por Tucci e esquematizados na figura 20:

- uso do solo: Os zoneamentos urbanos, taxas de ocupação, índices de aproveitamento, taxas máximas de áreas impermeabilizadas, ou mínimas permeáveis produzem um conjunto

de determinantes que padronizam a densidade e permitem previsibilidade de comportamento da cidade frente aos fenômenos das chuvas, permitindo o planejamento e o dimensionamento;

- mananciais hídricos: devem ser reconhecidos e catalogados, pois é deles que brotam as nascentes que abastecem os arroios. É onde afloram as águas infiltradas no solo, permitindo a perenização e a regularização das vazões dos rios, bem como a destinação das águas pluviais;

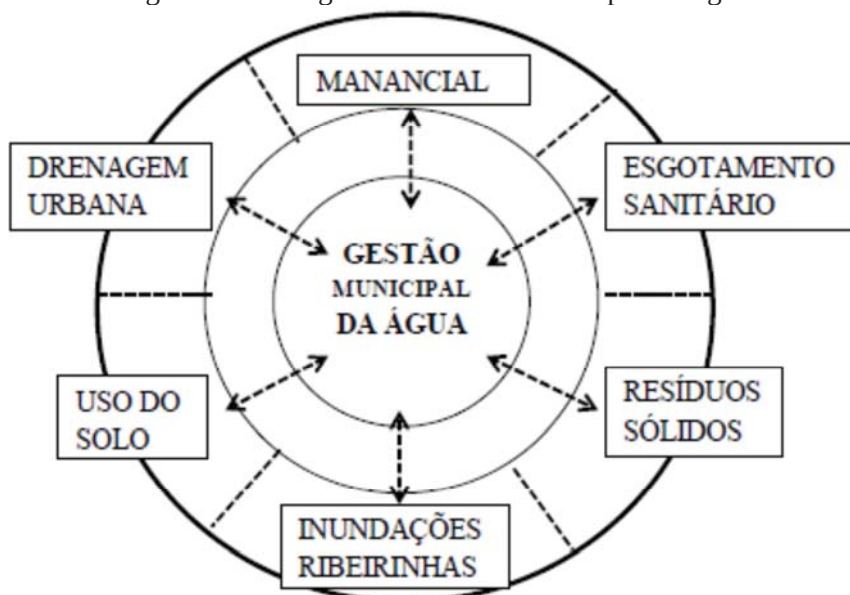
- drenagem urbana: consiste na localização dos pontos de captação, dimensionamento dos dutos e sistemas de escoamento, forma de lançamento no sistema hídrico, e implantação de sistemas alternativos e compensatórios de forma a reduzir os impactos ambientais;

- inundações ribeirinhas: terá o mapeamento das áreas de risco de inundações, reservando o espaço para que as inundações ocorram sem prejuízos ou transtornos aos moradores;

- esgotamento sanitário: a existência de redes de coleta e tratamento de esgotos sanitários reduz de forma considerável a carga orgânica e química lançada nos rios, pois é no tratamento que estas águas alcançam aceitáveis níveis de qualidade;

- resíduo sólido: inclui a consciência ambiental para os processos de separação, coleta adequada para reaproveitamento máximo dos resíduos recicláveis, com a destinação correta para os orgânicos e os não recicláveis.

Figura 20: Fluxograma de Gestão Municipal da Água



Fonte: adaptado de TUCCI (2006).

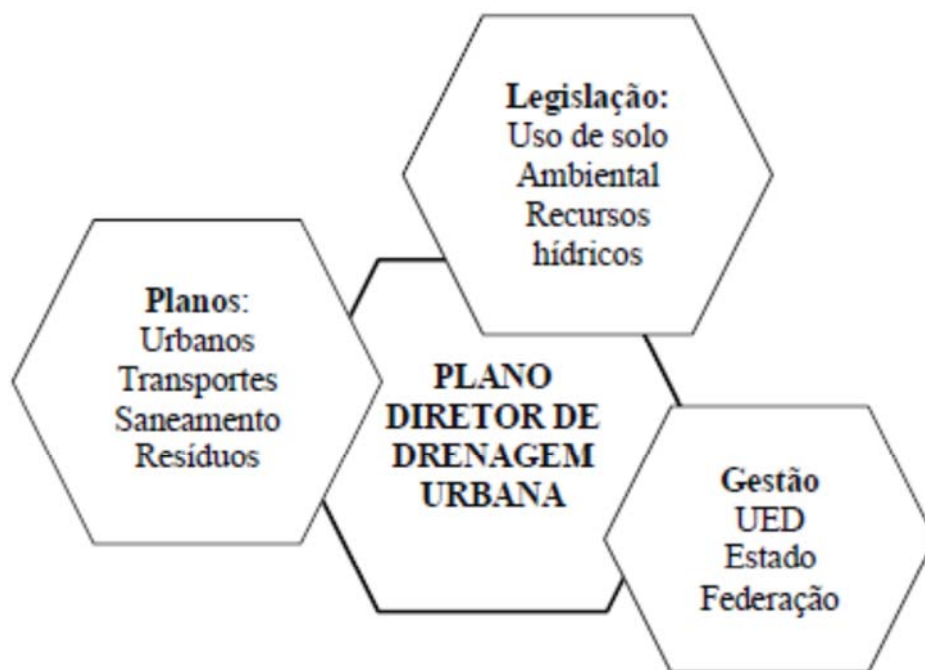
A estruturação da Gestão Municipal da Água remete a sugestões de melhorias nas legislações municipais, que impactam de forma direta na questão ambiental. Estas melhorias em geral alcançam em um primeiro momento o plano diretor da cidade, e na medida em que

avança o conhecimento específico dos problemas e soluções locais, é possível estabelecer o Plano Diretor de Águas, ou melhor ainda um plano específico para a drenagem urbana.

O Plano Diretor de Águas, deve abranger as questões ligadas às fontes de abastecimento da população, forma de captação, tratamento, distribuição; águas de esgoto sanitário, desde os pontos de coleta, redes de tubulações coletoras, estações de tratamento; águas de chuva, com o sistema coletor, tubulação de transporte e formas adequadas de destinação; gerenciamento dos sistemas hídricos, com controle da ocupação de áreas alagáveis; controle e monitoramento geral do sistema hídrico da cidade e do município.

A legislação municipal deve abranger o conjunto de medidas preventivas e compensatórias, para aplicação em nível local, pois sem a legislação ser clara e específica, os agentes públicos não tem embasamento legal para que as medidas necessárias sejam tomadas. Os planos complementares ao de drenagem urbana, constituem junto a este, elementos normativos determinantes para a qualidade de vida na cidade que os implanta. Os processos de gestão e o embasamento legal devem estar em sintonia e vínculo com as esferas estadual e federal , conforme mostrado na figura 21:

Figura 21 – Organograma do Plano Diretor de Drenagem Urbana.



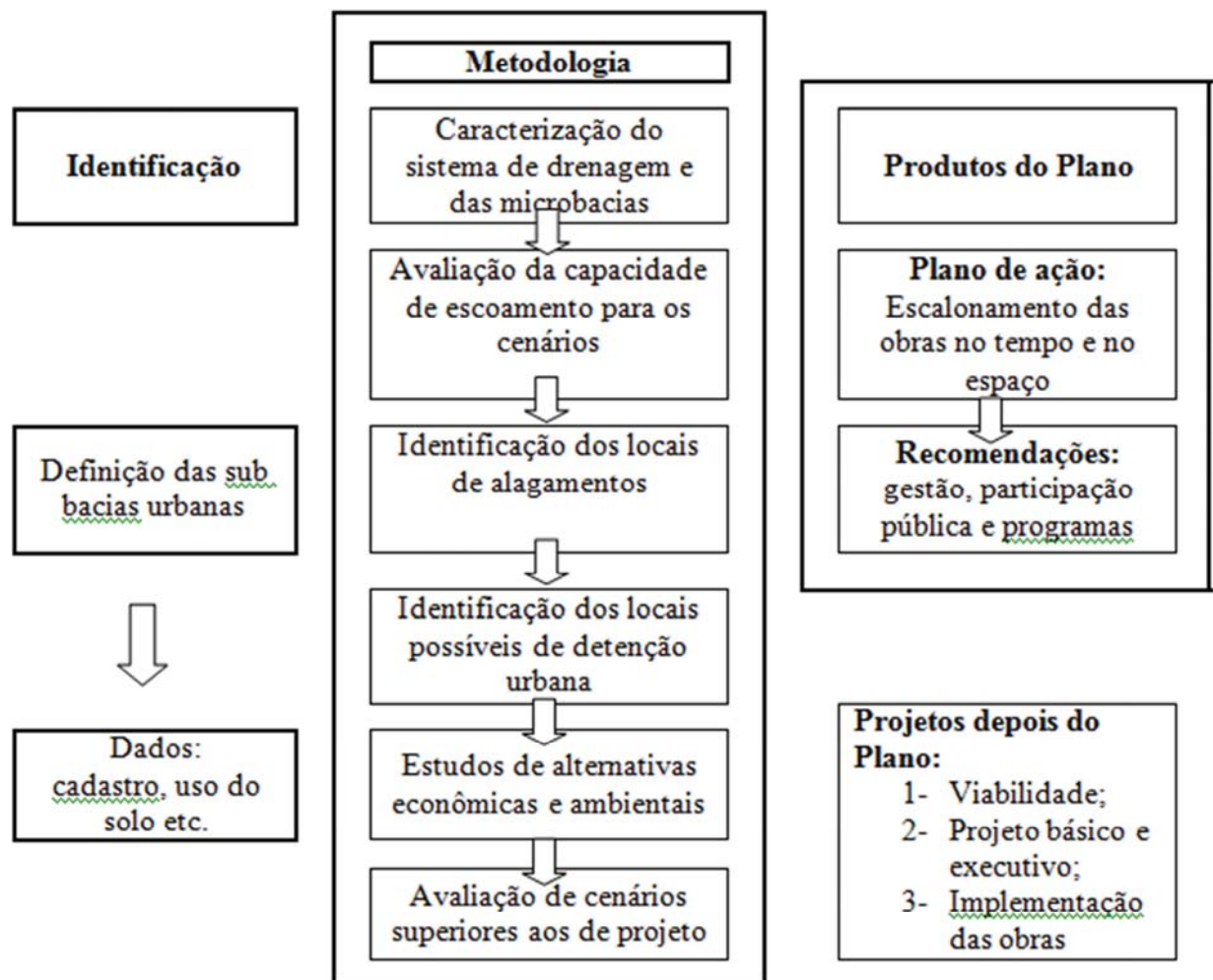
Fonte: adaptado de TUCCI (2006).

Segundo Tucci (2006), os Planos Diretores de Drenagem Urbana devem seguir uma metodologia que possa englobar os levantamentos da realidade existente, a identificação e análise de cada elemento componente do todo e as proposições para a execução exitosa do plano, incluindo a elaboração de cronograma de implantação.

As grandes cidades em geral assoladas por inundações de porte ao longo de sua história, já incorporaram a necessidade de dar a atenção merecida aos elementos construtivos da infraestrutura drenante, o que não ocorre nas pequenas e em muitas cidades médias.

As pequenas cidades precisam incorporar um sistema cadastral para registros técnicos dos elementos de infraestrutura que possam servir de acervo ou banco de dados para consultas futuras, pois tem sido regra geral a perda de informações e das continuidades de procedimentos técnicos em uma simples troca de administração. A aplicação dos modelos adotados pelas grandes cidades é possível, com os ajustes aplicáveis a cada caso, conforme mostra a figura 22:

Figura 22 – Diretrizes para um Plano Diretor de Drenagem Urbana

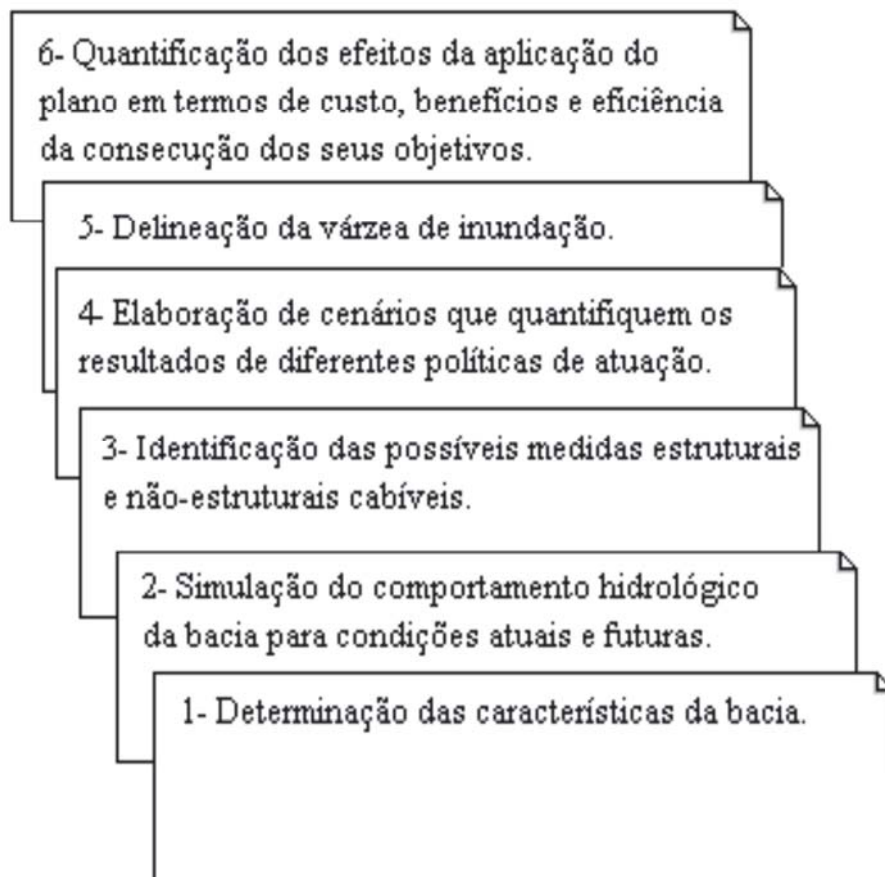


Fonte: TUCCI (2006).

As ações para aplicação de um Plano Diretor de Drenagem Urbana devem ser sequenciadas de forma adequada, permitindo a coleta de dados que demonstrem coerência

com as realidades do lugar e das necessidades que precisam de atendimento, alinhadas com soluções coerentes e de aplicação viável, conforme exposto na figura 23.

Figura 23 – Sequenciamento das ações de um Plano Diretor de Drenagem Urbana.



Fonte: Tucci (2006).

2.11 Os custos das soluções para drenagem urbana

As diversas soluções possíveis em um sistema de drenagem e seus custos comparativos só podem de fato serem realizadas após o dimensionamento das alternativas de soluções, visto que o dimensionamento implica na quantificação dos materiais, bem como dos trabalhos necessários na área de intervenção, que poderão implicar em retirada de benfeitorias existentes e reposição das mesmas, ou indenizações de áreas urbanas.

Os orçamentos comparativos disponíveis para análise ainda não se encontram disseminados na literatura técnica. Alguns, como o apresentado por Moura (2004: 86) lista os principais métodos, incluindo dispositivos convencionais e dispositivos não convencionais.

Embora os valores apresentados sejam do ano de 2004, o quadro permite a comparação dos valores. A metodologia de cálculo encontra-se no trabalho produzido pela referida autora, no qual são apresentados os projetos e dimensionamento de cada um dos sistemas cujo custo

foi levantado. A tecnologia construtiva e a aplicabilidade é feita para a região metropolitana de Belo Horizonte.

A tabela 2 apresenta valores para a implantação, os valores que foram levantados em bibliografias consultadas, os custos de operação e manutenção, e a vida útil de cada um dos sistemas.

Tabela 2 - Custos de implantação, manutenção e vida útil das estruturas de drenagem pluvial.

Estrutura	Custo de Implantação (R\$)	Custo de implantação (R\$) Bibliografia	Custos de Operação e Manutenção (em R\$ por ano)	Custos de Operação e Manutenção (em R\$ por ano) - Bibliografia	Vida útil - Bibliografia	Vida útil
Redes tubulares	Variável. Figura 6.2.		144,55 / metro linear	-	-	30 anos
Galerias	Variável. Figura 6.4.		42,37/metro linear + 0,34/m ²	-	-	30 anos
Canal revestido em concreto	126,57 / m ² /m		3,09 / m ²	-	-	30 anos
Canal com revestimento vegetal	28,20 / m ² /m		1,82 / m ²	-	-	30 anos
Canal revestido em enrocamento	36,64 / m ² /m		1,97 / m ²	-	-	30 anos
Canal em gabião tipo caixa	78,41 / m ² /m		3,74 / m ²	-	-	30 anos
Canal em gabião tipo colchão	41,05 / m ² /m		2,06 / m ²	-	-	30 anos
Bacias de detenção gramadas	28,91 / m ³	50,00 – 200,00 / m ³	190,00 / ha + 12,56 / m ³	1,60 – 5,90 / m ³	10 – 15 anos	15 anos
Bacias de detenção em concreto	35,69 / m ³	35,00 – 270,00 / m ³	190,00 / ha + 12,09 / m ³	11,00 / m ³	30 anos	30 anos
Bacias de detenção enterradas	119,63 / m ³	670,00 – 700,00 / m ³	190,00 / ha + 22,17 / m ³ + 0,93 / m ³	4,40 / m ³	-	30 anos
Bacias de infiltração	23,00 / m ³	370,00 / m ³	10,67 / m ³	10,00 - 37,00/m ³	5 a 10 anos	10 anos
Micro reservatórios de lote	126,57 / m ³	-	5,09 / m ³	-	-	30 anos
Pavimentos de CBUQ	0,00 / m ²	-	0,00 / m ²	-	-	15 anos
Pavimentos de concreto permeável	26,41 / m ²	90,00 – 100,00 / m ²	1,44 / m ²	0,10 – 0,90 / m ²	10 – 25 anos	15 anos
Pavimentos de asfalto permeável	19,37 / m ²	90,00 – 100,00 / m ²	0,74 / m ²	0,10 – 0,90 / m ²	10 – 25 anos	15 anos
Pavimentos de blocos vazados	35,06 / m ²	90,00 – 100,00 / m ²	1,96 / m ²	-	-	15 anos
Pavimentos intertravados	11,74 / m ²	-	4,19 / m ²	-	-	15 anos
Pavimentos de alvenaria poliédrica	-0,19 / m ²	-	2,68 / m ²	-	-	15 anos
Poços	116,38 / m ³	400,00 / m ³	12,32 / unidade	0,30 / m ³	-	15 anos
Trincheiras	53,22 / m	62,40 – R\$234,00 / m	16,02 / m		5 - 15 anos	10 anos
Valas e valetas	52,81 / m	74,00 / m	10,39 / m	3,70 – 5,20 / m	15 anos	15 anos
Valas e valetas com canaleta	69,23 / m	-	10,39 / m	-	15 anos	15 anos

Fonte: Moura (2004).

A análise da coluna de vida útil dos componentes, nos mostra que as pavimentações e os sistemas de infiltração são os de menor vida útil, o primeiro devido à intensidade de uso e o segundo pela colmatção das partículas em suspensão nos vazios do solo de drenagem. As variáveis possíveis nestes dispositivos construtivos podem ter seus limites restritos, caso haja um adequado estudo preliminar que apresente com maior exatidão as características e condições de cada local, de forma a permitir na fase de projeto a especificação de matérias

compatíveis com os desempenhos exigidos, e que a fase de execução cumpra com exatidão as especificações de serviços.

2.12 Aplicação da Análise Pós Ocupação

As condições dos ambientes construídos geram percepções aos ocupantes do meio em que se inserem. Assim, as redes de drenagem urbana podem ser avaliadas a respeito de seus aspectos positivos e negativos, dentro do conjunto da infraestrutura urbana, e da própria cidade.

A utilização da ferramenta denominada Análise Pós Ocupação (APO), segue uma tendência em consolidação, para “pesquisas e estudos sobre as relações pessoa-ambiente e sobre a avaliação de desempenho do ambiente construído” (RHEINGANTZ et. al.: 2009:11). Tem sido fundamental “como realimentação do processo projetual, definindo diretrizes para novos projetos semelhantes e como instrumento de correção de problemas encontrados no ambiente construído” (HÜTHER, 2006: 87).

“APO – avaliação pós ocupação; é um processo interativo, sistematizado e rigoroso de avaliação de desempenho do ambiente construído, passado algum tempo de sua ocupação. Focaliza os ocupantes e suas necessidades para avaliar a influência e as consequências das decisões projetuais no desempenho do ambiente considerado, especialmente aqueles relacionados com a percepção e o uso por parte dos diferentes grupos de atores ou agentes envolvidos.” (RHEIGANTZ et. al., 2009: 16)

Os países desenvolvidos tem aplicado de forma sistemática a APO, para a correção de problemas encontrados no ambiente construído, diagnosticando aspectos positivos e negativos a partir de avaliação de aspectos técnico-construtivos, econômicos, funcionais, estéticos e comportamentais, levando em conta o ponto de vista de diversos agentes, e sobretudo daqueles que habitam o meio em estudo, conforme relatado por Hüther, 2006: 86.

De acordo com Ornstein (1993, apud HÜTHER, 2006: 86), em meados da década de 1950, a pesquisa sobre APO tornou-se sistemática. No ano de 1960 em Boston, Kevin Lynch utiliza pela primeira vez a técnica denominada “walktrough”, que combina simultaneamente uma observação com uma entrevista (Zeisel, 1981, apud Rheigantz et. al., 2009: 23), tendo o reconhecimento científico do método ocorrido entre os anos 60 e 70, com o advento da psicologia ambiental, e a organização em 1968 da EDRA – Environment Desing Research Association (cuja tradução pode ser compreendida como *passeio ou entrevista acompanhada*). Segundo Rheigantz et. al. (2009: 23) o reconhecimento mundial, inclusive no Brasil, motivou a manutenção do nome em inglês desta associação com o reconhecimento

mundial, criada com o propósito de “avançar a pesquisa na arte e na ciência do desenho ambiental, melhorar o entendimento dos relacionamentos entre as pessoas e os ambientes construídos e natural, ajudando a produzir ambientes responsáveis para as necessidades do homem.”, conforme informação disponível na página da EDRA, em seu sítio eletrônico <http://www.edra.org/>.

A partir do ano de 1970, é que houve o interesse acadêmico pela APO na América Latina, sendo que no Brasil, coube ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) o início das pesquisas nesta área. A Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP), foi a primeira instituição a incluir o assunto como disciplina acadêmica em curso de Pós Graduação, segundo Hüther 2006, apud Ornstein, 1993.

Atualmente o tema é utilizado em quase todas as universidades do país em projetos de pesquisas, existindo centros de referência especificamente no desenvolvimento de tecnologias e métodos de aperfeiçoamento dos processos, tendo com referência a Associação Nacional do Ambiente Construído (ANTAC) constituída como associação técnico-científica, de caráter multidisciplinar, que reúne pesquisadores e técnicos envolvidos com a produção e transferência de conhecimentos na área de tecnologia do ambiente construído, integrando profissionais das mais diversas especialidades, incluindo pesquisadores e docentes vinculados a universidades e institutos de pesquisa, incluindo também associados ligados a órgãos públicos e empresas privadas.

A metodologia do estudo pós ocupação por ter surgido ao final o século XX, ainda encontra-se em desenvolvimento, e não apresenta metodologias para aplicações em casos específicos. Há necessidade do “desenvolvimento de ferramentas amigáveis para a aplicação prática de avaliações de desempenho do ambiente construído e em uso”, segundo proposto por França, Ono e Ornstein (2011:1), deve então o pesquisador elaborar, a ficha de avaliação de campo a partir do entendimento dos princípios que regem a metodologia e técnicas de APO, para que possa colher os resultados que traduzam com a maior fidelidade possível as impressões dos ocupantes do ambiente em estudo.

3. MÉTODOS E PROCESSOS

A aplicação de soluções para sistemas de drenagem urbana em cidades de pequeno porte, que possa suprir as demandas oriundas do momento presente, envolve o uso de tecnologias alternativas, cuja viabilidade aponta para o uso de soluções com apelos de sustentabilidade e respeito ao meio ambiente.

O momento presente pode ser compreendido como aquele em que a sociedade assimila a chamada era “tecnológica” ou “globalizada”, com o crescente uso de produtos descartáveis, embalagens, e geração de resíduos, aliada a problemas já descritos e que alteram as condições do ambiente urbano no sentido do aumento das densidades em um amplo sentido.

A metodologia proposta é aplicada em uma cidade piloto, como teste de viabilidade e servindo como estudo de caso, situação que dará respaldo ao embasamento teórico, pelos resultados apresentados nos estudos de campo.

3.1 Definição de região geográfica para escolha de cidade estudo de caso:

A aplicação da metodologia buscou uma cidade em rápido crescimento, com o objetivo da constatação de sentido para o “caráter antecipador”, ou seja a necessidade da rápida aplicação das tecnologias alternativas antes que o custo das intervenções sejam cada vez mais elevadas. Apesar deste requisito, o trabalho busca mostrar que seus métodos e os dispositivos estudados são aplicáveis a qualquer cidade de pequeno porte.

O presente estudo buscou escolher no espaço geográfico de influência da cidade de Passo Fundo e de sua Universidade, como área de interesse para a escolha de uma cidade pelas razões abaixo expostas:

- proximidade com o domicílio do autor do trabalho, o que para redução do tempo de deslocamentos, e custos;
- atendimento de uma região que ainda carece de aplicações do conhecimento na área do estudo;
- a região é composta por um grande número de municípios considerados de pequeno porte, cujas características são comuns.

O IBGE publicou em 2007 o trabalho com o título Região de Influência das Cidades relacionando as cidades brasileiras e suas relações político-sócio-econômicas, que é utilizado para embasamento do conceito de “região de influência de Passo Fundo”, cujas cidades de

pequeno porte que atendem os requisitos iniciais do processo comparativo serão listadas com seus dados relativos aos critérios de seleção, e cuja localização é mostrada na figura 24.

Figura 24 - Posição geográfica do Estado do Rio Grande do Sul no Brasil, e da Região de Passo Fundo. Em destaque os municípios selecionados para análise comparativa.



Fonte: adaptado do Atlas Sócio Econômico do Rio Grande do Sul (2011).

A relação de cidades dentro da área definida pelo IBGE é extensa, razão pela qual serão comparadas apenas as cidades com população entre 10.000 e 30.000 habitantes. Este critério é tomado por embasar a possibilidade de existência de estrutura sócio econômica com potencial de investimentos próprios, que propiciem seu desenvolvimento, e por contarem com outras cidades menores em seu entorno, constituindo uma mini rede de cidades, conforme conceituado por Araújo, Bituon e Fernandes (2009). As classificadas para estudo comparativo foram Arvorezinha, Barros Cassal, Fontoura Xavier, Frederico Westphalen, Getúlio Vargas, Lagoa Vermelha, Marau, Não Me toque, Ronda Alta, Sarandi, Seberi, Soledade, Tapejara e Tapera.

3.1.1 Critérios de escolha de cidade para estudo de caso e aplicação da metodologia

O estudo toma quatro parâmetros referenciados no termo “em desenvolvimento”, buscando o sentido de caráter “antecipador” já descrito e embasando em Mascaró (2010), sendo os números positivos na variação dos índices abaixo listados o indicador de que a cidade está em crescimento. A cidade com maior número pontuações positivas será escolhida para este estudo, tomando-se a pontuação 4 para o primeiro lugar no critério, 3 para o segundo e assim sucessivamente. Os critérios adotados são:

a) crescimento populacional entre o Censo do ano 2000 e o Censo do ano 2010; Este parâmetro é considerado como indicativo de atratividade populacional com impacto direto na urbanização por adensamento, ou aumento da malha urbana;

b) índice comparativo entre população urbana e rural segundo o Censo de 2010. Interpretando este indicador, temos a interpretação que elevados índices de população urbana mostra uma cidade com dinamismo econômico nas atividades da sede, tendo o processo migratório campo-cidade já consolidado, e que a área urbana é mais atrativa às populações, do que a zona rural;

c) variação do produto interno bruto por habitante (PIB/hab.), divulgado pela Fundação de Economia e Estatística do Estado do Rio Grande do Sul (FEE), utilizando como comparativos os dados de 1999 e 2008. Este índice mede o desenvolvimento a partir do valor da riqueza gerada no município, mostrando seu vigor econômico. O município que tenha variação mais elevada terá maior pontuação comparativamente;

d) Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), divulgado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, que abrange um amplo conjunto de indicadores sociais e econômicos. A comparação entre os dados divulgados nos anos de 1991 e 2000, irá mostrar as cidades com maior crescimento neste indicador.

A aplicação dos critérios ao grupo de municípios da região escolhida, geraram um conjunto de dados comparativos, que permitiram a identificação das cidades com melhor posicionamento em cada um dos parâmetros. A tabela 3 apresenta o resumo do tratamento dos dados, listando apenas os municípios melhor avaliados no quesito a) e b):

Tabela 3 – Municípios da área de influência da cidade de Passo Fundo, com população até 30.000 habitantes, e com expressivas variações populacional entre os Censos de 2000 e 2010.

Município	População 2000 ¹	População 2010 ²	Variação % ²	População urbana 2010 ⁴	População rural 2010 ⁵	% Urbana ⁶
Lagoa Vermelha	29.833	27.529	-7,84%	24.140	3.389	87,69%
Marau	28.361	36.383	+28,28%	31.577	4.806	87,63%
Não Me Toque	14.413	15.938	+10,58%	13.966	1.972	87,63%
Sarandi	18.162	21.322	+17,40%	17.957	3.365	84,22%
Tapejara	15.115	19.252	+27,24%	17.082	2.170	88,73%

Fonte: ¹ Censo 2000 ²; ³; ⁴; ⁵; e ⁶ Censo 2010 (IBGE).

Os parâmetros comparativos de variação de PIB/habitante e de IDH aplicados aos municípios da região com menos de 30.000 habitantes, estão demonstrados de forma

resumida na tabela 4, no qual encontram-se listados apenas aqueles melhor posicionados em cada um dos indicadores. Alguns municípios aparecem com destaque em mais de um dos indicadores, consolidando o conceito de cidade de pequeno porte “em crescimento”.

Tabela 4 – Municípios da área de influência da cidade de Passo Fundo, com população até 30.000 habitantes, com expressivas variações do PIB/hab e do IDH.

Município	PIB/hab(R\$) 1999 ¹	PIB/hab(R\$) 2008 ²	Variação%	IDH 1991 ³	IDH 2000 ⁴	Variação%
Barros Cassal	3.292	8.382	+254,62%	0,599	0,695	+16,03%
Fontoura Xavier	2.935	8.374	+285,31%	0,638	0,732	+14,73%
Frederico Westphalen	4.811	16.153	+335,73%	0,746	0,834	+11,80%
Não Me Toque	8.393	29.143	+347,23%	0,786	0,833	+5,97%
Seberi	3.431	12.290	+358,20%	0,687	0,781	+10,77%
Tapejara	6.078	23.721	+390,27%	0,693	0,780	+12,55%

Fonte: IBGE e PDNU (¹ 1999, IBGE; ² 2008, IBGE; ³ 1991 PNDU; ⁴ 2000 PNDU).

A aplicação dos critérios de escolha de cidade permitiu identificar que Tapejara aparece com destaque entre os critérios de escolha aplicados para a caracterização de uma cidade de pequeno porte em crescimento, onde a aplicação da metodologia do uso de sistemas drenantes alternativos pode ser aplicado, considerando-se o caráter “antecipador”, necessárias na prevenção das consequências de seu rápido desenvolvimento frente às condições da infraestrutura consolidada.

3.2 Metodologia de coleta das referências gerais da cidade escolhida

O trabalho inicia pela tomada de informações preliminares da cidade onde o levantamento será realizado e que podem obtidas no sítio da Prefeitura Municipal, ou em outros endereços na web que contenham informações fidedignas, com possibilidade de uso para fins de cadastramento.

Após o conhecimento básico a cerca da cidade onde se queira aplicar as técnicas alternativas de infraestrutura de drenagem urbana, inicia-se os levantamentos de dados com registros para fins de estudos e análises para diagnóstico.

O método proposto apresenta o sequenciamento da coleta de dados, conforme os passos abaixo descritos, com a anotação dos dados nas fichas apresentadas nos apêndices A, B, C, D

e E, podendo ser complementados por anotações em desenhos, croquis, fotografias ou outros elementos considerados necessários, que surjam durante a coleta de dados em campo:

a) Visita à cidade para diagnóstico geral, conhecendo a topografia, o aspecto da infraestrutura urbana, as características da formação das bacias hidrográficas e a forma de ocupação da área geográfica frente ao sistema hídrico. Coleta de dados e preenchimento da ficha do apêndice A;

b) Visita à Prefeitura Municipal para conhecimento dos registros existentes, em especial o mapa da zona urbana, suas limitações, zoneamento, áreas loteadas e não loteadas, plano diretor, código de obras e legislação ambiental. Os setores técnicos da Secretaria Municipal de Obras, ou de Planejamento, bem como a Secretaria do Meio Ambiente possuem importantes informações, pois as atividades desenvolvidas por estas secretarias tem na drenagem urbana, um ponto comum de trabalho;

c) Vistoria geral no sistema de drenagem urbana da cidade, buscando conhecer a forma com que foram construídos os elementos da infraestrutura. Neste momento, são localizados os posicionamentos de canais, galerias, bocas de lobo, em especial aquelas consideradas críticas em termos do planejamento global. Há de receber consideração especial as áreas de desenvolvimento consolidado, pois elas indicam o modelo de urbanização adotado no lugar e o tipo de impacto que produz, em especial quanto à impermeabilização do solo, pois este é um dos fundamentos das soluções consideradas alternativas para os sistemas drenantes;

d) Identificação dos pontos críticos da infraestrutura de drenagem urbana, que em geral produzem ou estão associados à locais de inundações. Estes locais merecem levantamento específico com o objetivo de identificar pontualmente suas origens e possíveis soluções, o que pode remeter o estudo aos elementos de infraestrutura existente e/ou às condições de toda abrangência da bacia hidrográfica a jusante do local considerado crítico;

e) O trabalho prossegue com o preenchimento dos dados dos apêndices B e C, utilizando parte dos dados já coletados e buscando o restante na Prefeitura Municipal e outros órgãos, como as concessionárias de águas e esgoto, energia e outros órgãos das esferas estadual ou federal, que possam contribuir para o completo entendimento da problemática local;

f) A APO deve ser aplicada junto do entorno da área crítica onde ocorrem os principais problemas ligados à infraestrutura de drenagem urbana, para que seja possível entender como a população convive e percebe as questões ligadas ao sistema de drenagem em seu convívio diário. Há nas cidades uma série de possibilidades de desconfortos que tenham

como origem o sistema drenante ou alguns de seus componente. As etapas já mencionadas irão facilitar ao pesquisador, a identificação do melhor local para a aplicação da APO, com o propósito de obter os melhores resultados ao seu trabalho. O apêndice D apresenta o modelo de ficha de análise adotada em Tapejara, onde no local identificado para pesquisa de campo ocorrem inundações quando ocorrem precipitações intensas.

A aplicação das ferramentas de APO, no estudo de caso apresentado neste trabalho, foi através de questionário, conforme constante no apêndice E, elaborado com perguntas fundamentadas na pesquisa bibliográfica e no foco do trabalho, buscando retratar as impressões de trinta moradores da área da cidade onde ocorre a situação crítica de alagamentos.

Os moradores irão dizer como sentem o espaço ocupado, avaliando os efeitos, causas e níveis de perdas que os alagamentos produzem e opinando a respeito da infraestrutura de drenagem.

A consulta deve ser feita a um significativo número de moradores do local, sendo que em Tapejara o questionário foi apresentado a um universo de trinta pessoas, que residem ou trabalham no local, com um prazo mínimo de três anos, considerado como necessário para presenciar o comportamento da estrutura de drenagem em período que permita superar comportamentos sazonais das precipitações pluviométricas. A faixa etária dos entrevistados foi estabelecida acima de trinta anos, considerado como adequado pelas vivências e maturidade, que permitem a compreensão das questões apresentadas.

Aos entrevistados será feito o registro de gênero, da faixa etária, com o propósito de identificar suas respostas e pontos de vista, frente aos quesitos apresentados. Não serão atribuídas cotas por sexo, de forma que as entrevistas sigam um roteiro estabelecido por critérios geográficos e sequencias a partir do ponto crítico de ocorrência dos alagamentos;

g) O apêndice E, constitui-se do levantamento dos registros do cadastro imobiliário, onde é possível encontrar o lançamento das construções das áreas mais adensadas para efeito de identificação das características do modelo de desenvolvimento, taxas de ocupação do solo e seu aproveitamento, permeabilidade existente e análise das condições de reversibilidade ou não do local consolidado, frente a outras áreas ainda em processo de adensamento, cujas características devem ainda receber estudos que incluam a legislação municipal, visando identificar a necessidade ou não de alterações no ordenamento jurídico das questões relativas à urbanização do lugar.

O quarteirão representativo do modelo de desenvolvimento que a cidade adotou em geral é aquele que apresenta maior adensamento ou valorização no mercado imobiliário local

com intensas atividades comerciais, de serviços e fluxo de veículos e pessoas. Este local é de forma geral coincidente com o centro da cidade sendo o local de irradiação de atratividade a partir do qual a cidade intensifica o uso do solo urbano, necessitando de infraestrutura mais qualificada e dimensionada para atender suas demandas.

Ao estudo da drenagem urbana, o quarteirão mais adensado indica como será o futuro da cidade em termos de impermeabilização da área urbana em seu modelo de desenvolvimento. Estes dados podem ser projetados para as áreas à jusante nas bacias hidrográficas situadas no perímetro urbano, o que permite identificar os gargalos da rede, tanto para os problemas presentes quanto para os futuros.

3.3 Dados cadastrais específicos

A pesquisa documental deve incluir além dos anexos, outros documentos e registros que podem ser utilizados no estudo que remeterá ao diagnóstico de soluções aplicáveis. Todas as informações pertinentes ao assunto deverão ser analisadas entre as quais podemos citar por sua importância:

- mapa da zona urbana;
- mapa com cotas de nível e bacia hidrográfica;
- cadastro imobiliário do município, com o lançamento das edificações existentes;
- lei do Plano Diretor;
- código de obras;
- código de posturas;
- sistema de coleta e destinação de resíduos sólidos;
- registros de áreas verdes urbanas, posteriormente verificadas in loco;
- registros de áreas de alagamento, que serão vistoriadas in loco;
- registro de áreas de risco de alagamento, deslizamentos de terra e outros riscos associados;
- registros de eventos passados relacionados às questões de drenagem pluvial;
- imagens históricas relacionadas aos sistemas drenantes;
- relatos de pessoas idosas que tenham testemunhado o processo de crescimento da cidade, com recordações de fatos úteis dos processos construtivos dos sistemas drenantes e do conjunto das infraestruturas urbanas.

Outros registros não listados e que contribuem para a compreensão das necessidades e possibilidades de soluções alternativas aplicáveis serão utilizadas, podendo vir a fazer parte do trabalho quando úteis nas finalidades de drenagem urbana.

3.4 Compilação dos resultados

Os dados resultantes das diversas etapas deverão merecer estudos e dispostos em arquivo eletrônico, para registro e acesso durante a contínua análise do material para fins de que seja estabelecido o diagnóstico e as soluções recomendáveis de aplicabilidade na cidade em estudo.

O trabalho sugere-se seja redigido em Word, em formatação adequada ao padrão científico, necessitando ainda de outras ferramentas de informática como planilhas de dados e gráficos, editor de figuras, fotografias, e de desenho técnico, com conversores para diferentes formatações, com o propósito de uniformizar o aspecto geral do trabalho.

A versão final impressa deve conter todas as informações, podendo apresentar cópias de desenhos e plantas em formato padronizado em norma e diferente do padrão A4, caso necessário para melhor interpretação dos resultados. A apresentação em diferentes formatos é adequada caso o trabalho apresente mapas, detalhamentos construtivos ou necessite de diagnósticos com dimensionamento e desenho técnico de elementos construtivos.

Ao final o trabalho deve apresentar conclusões técnicas que mostrem a situação existente e o diagnóstico relativo ao sistema de drenagem, e os elementos considerados alternativos cabíveis para serem aplicados na cidade estudada.

3.5 Recursos humanos, materiais e equipamentos

A realização de um trabalho de diagnóstico para aplicabilidade de sistemas drenantes alternativos à cidades de pequeno porte requer a disponibilidade de bibliografia técnica que possa fundamentar os pareceres que resultam dos levantamentos de campo. Além deste requisito básico a qualificação dos recursos humanos, não deve ser restrita ao coordenador dos trabalhos, devendo alcançar a equipe de auxílio direto e aos colaboradores, nos quais se incluem os funcionários da prefeitura em condições de prestar as informações solicitadas.

Os meios materiais e equipamentos necessários são: veículo para deslocamento; trenas e equipamentos de medição, físicos ou eletrônicos; computador para compilação dos dados, equipado com impressora; máquina fotográfica digital; softwares adequados para produzir ou tratar documentos digitados ou digitalizados, e materiais complementares como combustível, papel, e demais matérias de consumo.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E PROPOSTAS

4.1 O Município de Tapejara – diagnóstico geral

Os dados básicos do município foram tomados para registro e relatório técnico, inicialmente em publicações locais ou disponibilizadas, sendo a mais recorrente o sítio da Prefeitura Municipal, do IBGE e de órgãos do Governo Estadual, ou Federal. O Apêndice A contém o roteiro dos dados que podem, sendo apresentados abaixo, em forma descritiva.

O município de Tapejara está localizado nos referenciais de latitude 28°04'05'', longitude 52°00'50'', e na altitude de 658 metros. Dista 57 quilômetros de Passo Fundo, do qual se emancipou em 9 de agosto de 1955. A área urbana do município corresponde a 6% do território, e a rural 94%, de um total de 240,1 Km². A topografia é ondulada, com solos argilosos e um sistema hidrográfico de rios de pequena extensão, pertencentes à bacia dos rios Apuaê e Inhandava afluentes do rio Uruguai. As etnias predominantes são de origem europeia com poucos descendentes de africanos e índios Coroados, Tapes e Kaingangues, estes habitando reservas nos municípios limítrofes de Água Santa e Charrua.

A formação do município ocorreu nas primeiras décadas do século XX, quando a vila que lhe deu origem era conhecida como Sede Teixeira, onde a extração de madeiras, principalmente a araucária, impulsionava a economia e o desenvolvimento. Com a intensificação da extração madeireira as matas ficaram reduzidas e as áreas florestais deram lugar à agricultura e a pecuária.

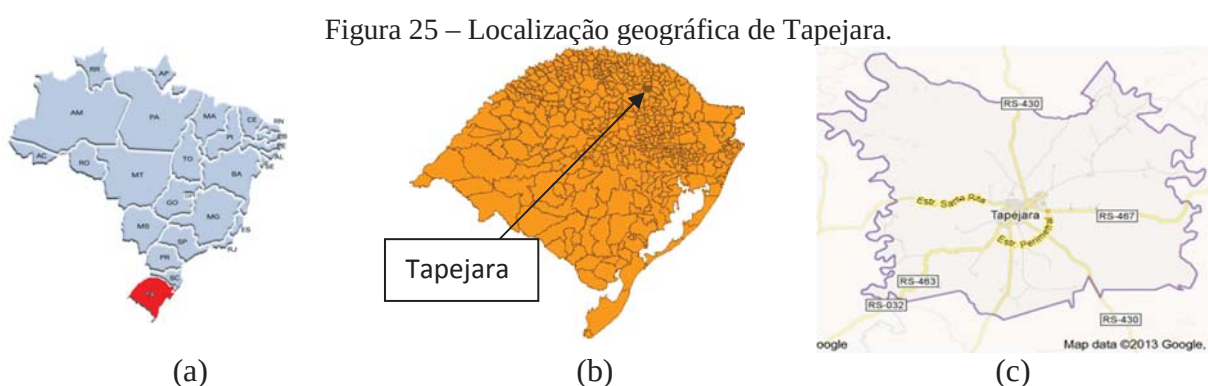
A segunda metade do século XX consolidou a cidade e o crescimento, se comparado ao vivido atualmente, pode ser considerado baixo ou pouco expressivo. A agricultura familiar mantinha tecnologias com baixo índice de mecanização e a infraestrutura de escoamento da produção era feita em estradas sem pavimentação.

A partir da década de 80 a região passou a utilizar com intensidade cada vez maior equipamentos e tecnologias de produção primária que melhorou a produtividade das terras. A pavimentação asfáltica da rodovia que liga a cidade à Passo Fundo e a outros pontos do país acelerou o desenvolvimento. O êxodo rural reduziu as populações rurais e a emancipação de distritos reduziu a área do município.

O empreendedorismo local impulsionou a criação de empresas locais que se fortaleceram e conquistaram mercados a nível estadual e nacional. A industrialização da cidade desencadeou a geração de empregos, atraindo moradores de outras cidades. O

comércio se fortaleceu para atender às demandas, e setor de serviços contribuiu de forma expressiva para a consolidação dos índices de desenvolvimento alcançados.

O município conta com indústrias na área de alimentos, vestuário, máquinas e equipamentos agrícolas, adubos, laticínios e outras de setores complementares. A diversificação das atividades industriais, fortalecem a economia local reduzindo os fatores de sazonalidade que incidem em regiões onde as atividades de produção são concentradas. A posição geográfica de Tapejara é mostrada na figura 25: primeiramente o Estado do Rio Grande do Sul no Brasil em (a); Tapejara no estado do Rio Grande do Sul em (b); o Município de Tapejara e a zona urbana em (c).



Fonte: (a) <http://lingalog.net> (b) http://clictapejara.com/we_clic.html (c) <https://www.gmapas.com>

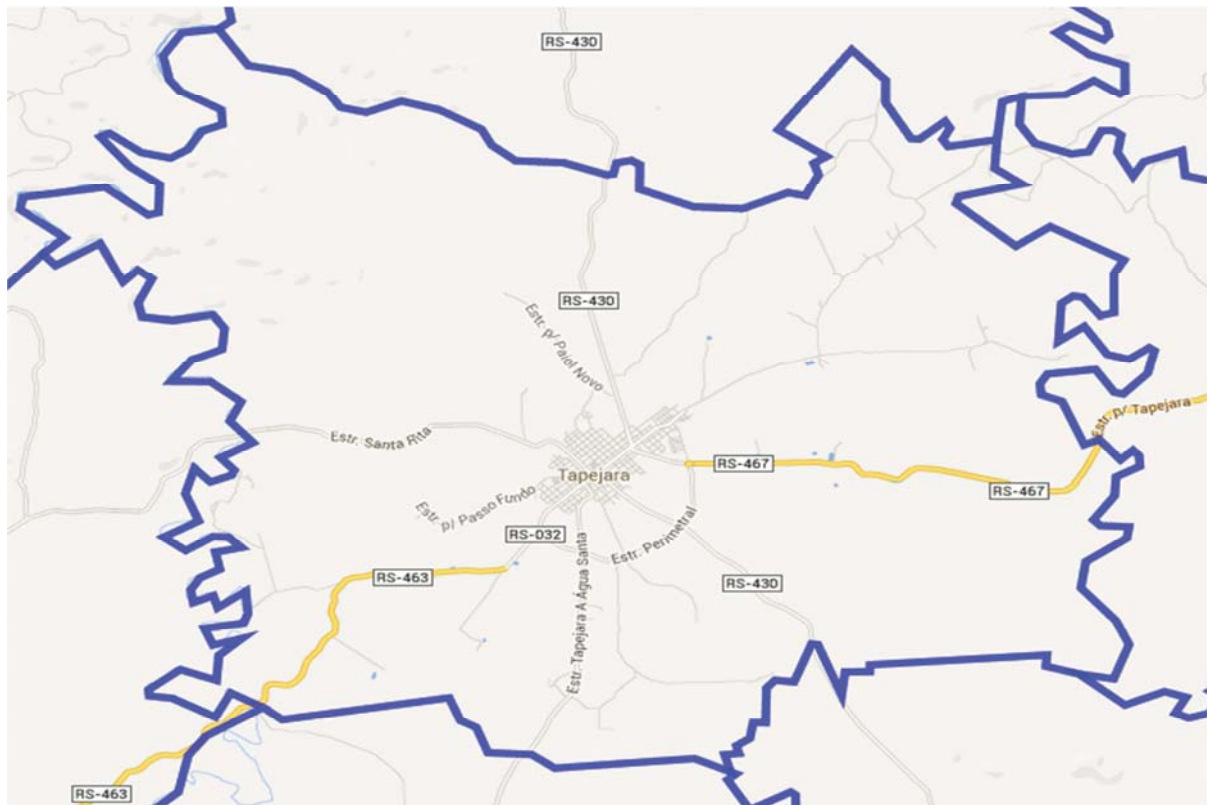
A posição geográfica de Tapejara constitui fator que impulsiona seu desenvolvimento, por constituir rota de ligação entre o norte do estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina pela via da “Ponte do Barracão”, eixo de um grande número de municípios que buscam atender suas demandas utilizando as rodovias RS 463 e 467.

A comunidade tapejareense e de sua micro região reivindicam o asfaltamento da via perimetral ao centro urbano como forma de desviar o trânsito de caminhões pelo centro da cidade. Na pauta de reivindicações está o asfaltamento da rodovia RS 430, cujo traçado liga a cidade ao sul com a BR 285, e ao norte aos municípios de Charrua e Getúlio Vargas, e em sequência à região do Alto Uruguai.

A rodovia RS 463 liga Tapejara à Coxilha e Passo Fundo, servindo em parte para ligações com os municípios de Água Santa e Vila Lângaro já se encontra asfaltada, tendo sido esta a primeira via a ser pavimentada na região.

A RS 467 liga Tapejara aos municípios de Ibiaçá, Sananduva e outros localizados à nordeste e leste. Esta rodovia é asfaltada, e faz parte da ligação rumo à “Ponte do Barracão”, e ao estado de Santa Catarina, e que constitui importante rota de ligação interestadual, utilizada como alternativa à BR 153. A figura 26, mostra o município e suas rodovias de acesso.

Figura 26 – Município de Tapejara, com os principais acessos rodoviários.



Fonte: ww.gmapas.com

A figura 27 mostra a vista aérea da cidade, onde pode ser observada a verticalização das construções concentradas no núcleo da zona urbana.

Figura 27 – Vista aérea da cidade de Tapejara.



Fonte: Prefeitura Municipal (2009).

As construções de maior ocorrência são as residências unifamiliares, embora nos últimos anos tenha sido incrementada a construção de prédios de apartamentos em vários pontos da cidade, visto a inexistência de restrições quanto aos índices de ocupação e aproveitamento dos lotes. As construções industriais de maior porte encontram-se na periferia da zona urbana, e junto às principais vias de acesso.

A área definida em lei atual como zona urbana é maior que o núcleo já loteado, contendo áreas ocupadas por lavouras e matas, a maioria a jusante dos arroios que cortam a cidade.

As ruas em sua grande maioria são pavimentadas, sendo as centrais com asfalto e as demais com paralelepípedos de basalto regular, existindo ainda pavimentação com basalto irregular. As ruas consideradas como sem pavimentação possuem leito ensaibrado e todas podem ser consideradas em boas condições de trafegabilidade.

A vegetação nativa existente nas matas da zona urbana não loteada e rural é composta por remanescentes da floresta subtropical com araucária, típica do planalto Rio-grandense. As árvores nativas existentes no município são: Cambará, Angico, Pinheiro, Bracatinga, Cedro, Tambaúva, Tarumã, Ipê, entre outras.

Os solos predominantes são tipificados como argilosos, profundos, bem drenados, suscetíveis à erosão, ácidos, com elevados teores de alumínio e de baixa fertilidade natural. A topografia predominante é a do planalto, com coxilhas onduladas com declividades de baixas a moderadas. As áreas mais íngremes do município situam-se próximas aos cursos dos rios de maior caudal. Na área urbana os pontos íngremes localizam-se próximas do arroio Bonetes e do arroio que une as águas dos arroios Caramirim e Paramirim, ambas à jusante do adensamento central.

4.2 A Legislação e plano diretor do Município de Tapejara

O zoneamento urbano vigente é resultado do Plano Diretor, instituído pela Lei de nº 200 de 2 de outubro de 1961, que implanta apenas quatro zonas, conforme consta em seu artigo sétimo:

ZONEAMENTO

Art. 7º - A cidade do Tapejara fica dividida, para os efeitos da presente lei, em quatro zonas:

Zona “A”

Zona “B”

Zona “C”

Zona “D”

constituídas dos lotes cujas frentes se acham compreendidas no perímetro constante do Pleno Diretor.

§ 1º - Na zona “A” somente serão autorizadas as construções destinadas a habitação, estabelecimentos de ensino, casas de saúde, entidades culturais, templos, farmácias e pequeno comércio de boca, tais como, pequenos armazéns de secos e molhados, mercadinhos, fruteiras e fiambrierias.

§ 2º - É considerado pequeno comércio a casa comercial que esteja no próprio prédio residencial.

§ 3º - As construções na zona “AI” poderão ocupar até 66% do terreno; terão, no mínimo, 5,00 metros de recuo para o jardim e no máximo, 2 pavimentos.

§ 4º - Na zona “B” serão permitidas todas as atividades a zona “A” e as demais atividades comerciais com exceção do comércio atacadista; as construções poderão ocupar até 75% do terreno e não precisarão ter recuo para ajardinamento. Na zona comercial, as construções deverão ter, pelo mínimo, 2 pavimentos, e serem de alvenaria na Rua do Comércio, entre as quadras delimitadas, de um lado, pela rua Santo Canali e do outro pela rua Osório Silveira. A altura máxima será de uma vez a largura de uma rua, para os prédios com elevadores, e de três pavimentos para aqueles que não o tiverem.

Entre as ruas Osório da Silveira e Coronel Lolico, serão permitidas construções de um piso, porém de alvenaria. Na rua 7 de setembro, entre as quadras delimitadas pela rodoviária, prevista no Plano Diretor, e do outro lado nela rua Osório Silveira, somente serão permitidas construções de alvenaria e para mais de um piso serão observadas as normas exigidas para as construções da rua do Comércio.

§ 5º - Na zona “C” serão permitidas todas as atividades da zona “B” e mais o comércio atacadista e as oficinas, bem como as pequenas indústrias não perigosas, não nocivas e não incômodas, isto é, que não ofereçam perigo de vida, não exalem cheiro ou fumaça e que não produzam grandes ruídos e seu volume de material e operários sejam pequenos. A taxa máxima de ocupação do terreno será de 75% e a altura máxima, dos prédios, de 3 pavimentos. Em casos especiais de prédios destinados a comércio atacadista, oficina ou indústria, poderá ser permitida maior altura, desde que sejam afastados da divisa, de pelo menos, 3,00 metros. Nesta zona não será exigido recuo para ajardinamento. Nas atividades que exigirem estacionamento de veículos para, embarque ou desembarques constantes, o projeto do prédio deverá prever áreas, no terreno, necessárias para tal.

§ 6º - Na zona “D” serão permitidas todas as atividades, com exceção de casas de saúde e de indústrias perigosas, que deverão ser instaladas na zona rural e em locais apropriados e aprovados pela Prefeitura Municipal. A taxa máxima de ocupação do terreno será de 75% e o limite e altura será livre, desde que seja prédio industrial e que haja afastamento de 3,00 metros das divisas laterais. O recuo, para jardim, não será obrigatório.

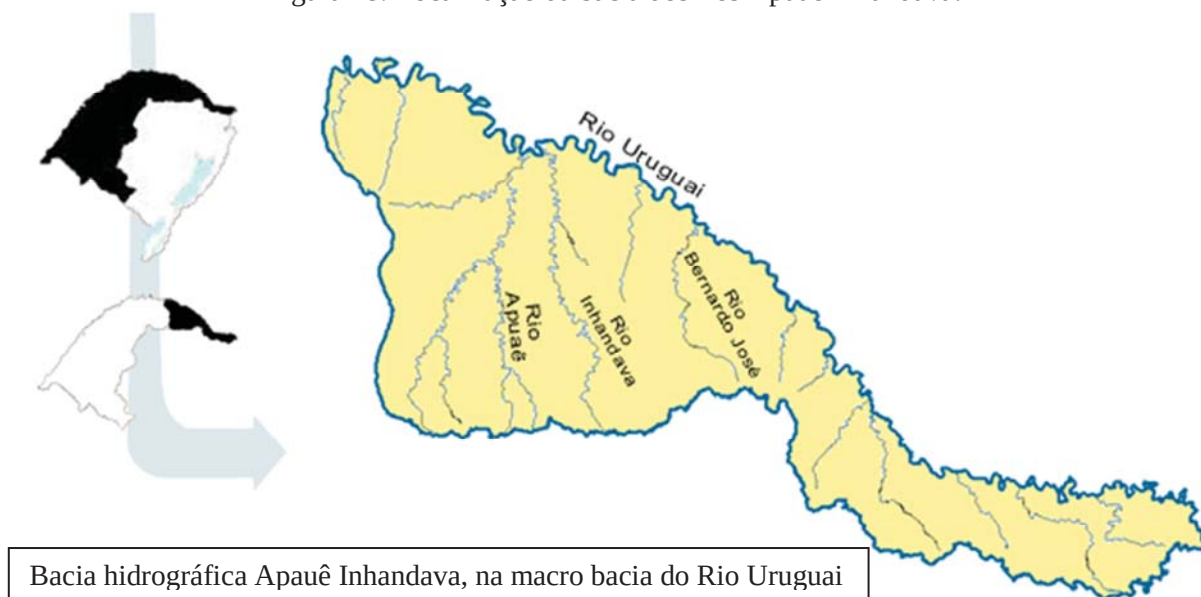
A pesquisa de campo constatou que a cidade não implantou o previsto. A legislação complementar ao Plano Diretor é composta de 30 outras leis que produziram alterações diversas a ponto de descaracterizar completamente a lei de origem, cujos termos e soluções ao espaço urbano não apresentam sintonia jurídica com legislações de esferas superiores no momento atual, em especial aquelas estabelecidas pela legislação ambiental e dos avanços científicos e sociais ocorridos desde a data de sua promulgação.

4.3 As bacias hidrográficas

O município de Tapejara situa-se na grande bacia do Rio Uruguai, que tem como importantes afluentes da margem esquerda da parte alta do rio Uruguai os rios Apuaê e Inhandava, cujos cursos são relativamente paralelos e próximos se comparados a outros afluentes do rio Uruguai. Estes dois rios constituem uma mesma macro bacia para fins de estudos, controle e monitoramento dos recursos hídricos pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA) do Estado do Rio Grande do Sul.

As águas drenadas no município de Tapejara escoam à diversos arroios, sendo que os posicionados à leste da cidade contribuem para o rio Ligeiro, depois denominado Apuaê, e aqueles a oeste da cidade, inclusive os da zona urbana, contribuem para o rio Tapejara, afluente da margem direita do rio Piraçucê, e este da margem esquerda do Apuaê. Os limites leste e oeste do município são definidos pelos curso dos rios Apuaê e Tapejara/Piraçucê, respectivamente. A figura 28 mostra a bacia dos hidrografia Apauê Inhandava e a figura 25 os municípios da região de Tapejara cortados pelo sistema hídrico da região.

Figura 28: Localização da bacia dos rios Apuaê Inhandava.

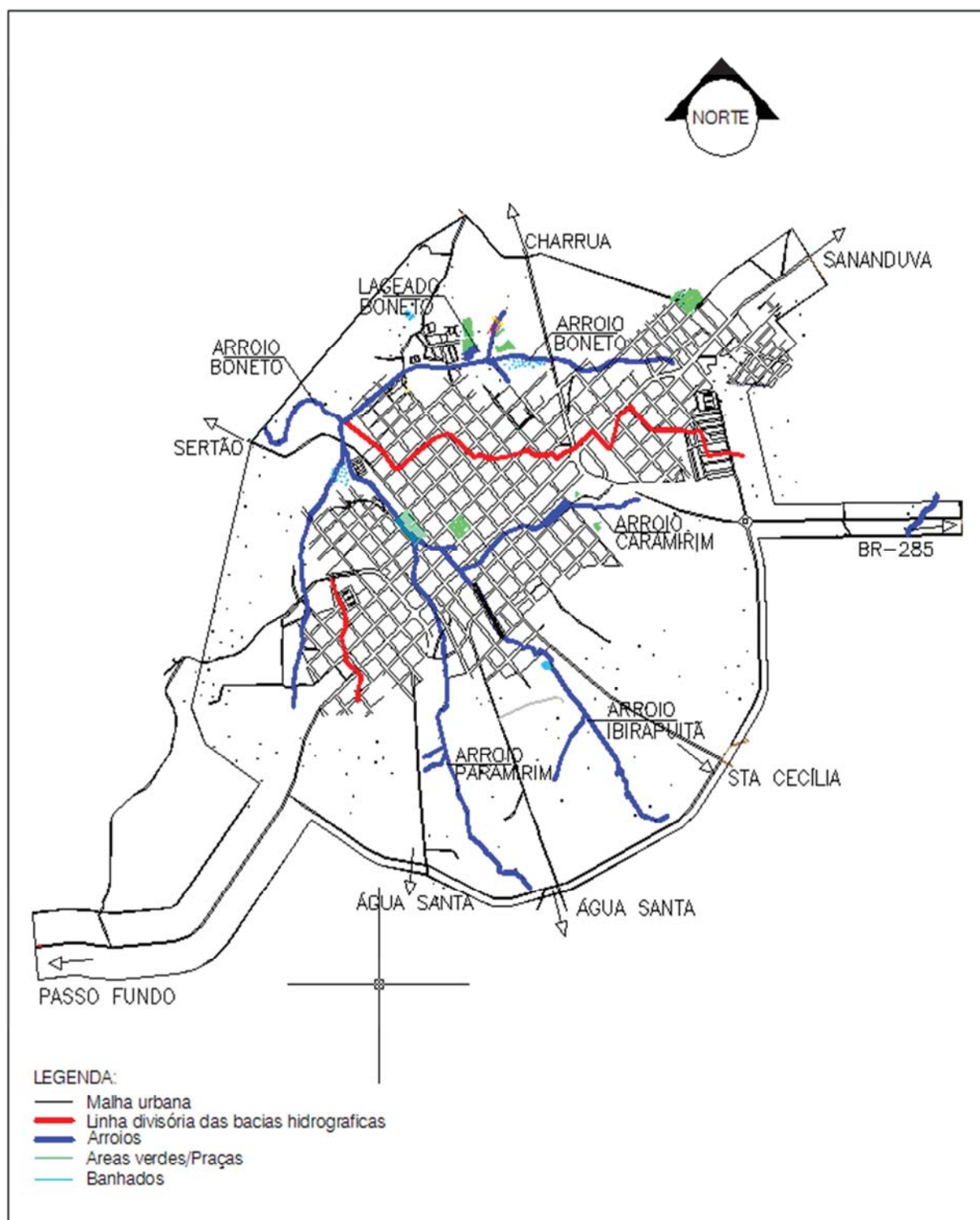


Fonte: Fepam (2012).

A figura 29 mostra o posicionamento do município de Tapejara, os municípios limítrofes e as bacias hidrográficas dos rios, dentro da bacia hidrográfica dos rios Apuaê

A figura 30 mostra os cursos hídricos da zona urbana, as linhas de cristas e as vias de circulação da área urbanizada, sendo que o detalhamento de cada trecho, com suas intervenções constituíram objeto estudos para fins de diagnóstico, dentro dos objetivos deste trabalho.

Figura 30 – Zona Urbana de Tapejara, com indicação dos arroios urbanos.



Fonte: adaptado do Cadastro da Prefeitura Municipal de Tapejara (2012).

4.4 As Bacias hídricas da zona urbana e o atual estágio de intervenção

Os arroios urbanos são em grande extensão canalizados, sendo estas obras resultados de intervenções ocorridas ao longo do processo de crescimento da cidade, feitas com o propósito de limitar seu espaço e de corrigir transbordamentos em períodos de chuvas intensas, conforme relatos de moradores.

O Plano Diretor data de 1961 e utiliza os critérios vigentes à época. Um dos exemplos é o “aterramento” dos rios com o propósito de “retificar” seus cursos, conforme consta:

“Art. 53º. - Cursos d’água (sangas, arroios, etc.) não poderão ficar no interior ou nos limites dos lotes.

§ 1º.- Ao longo de tais cursos d’água deverão ser projetadas vias públicas, de modo a permitir o livre trânsito de veículos e pedestres de ambos os lados dos mesmos.

§ 2º. – Tais cursos d’água poderão ser atulhados sem prévio consentimento do Poder Municipal, podendo, no entanto, ser retificado de forma a melhorar o escoamento das águas e o traçado das vias que o acompanham.”

As intervenções nos ambientes dos cursos d’água foram acontecendo durante o tempo do processo de urbanização da cidade, de forma que as regras estabelecidas no plano diretor, foram em parte cumpridas, pois existem arroios posicionados no interior de quarteirões e sob as vias públicas, com trechos ora na posição original de seus leitos, ora em posições “retificadas”.

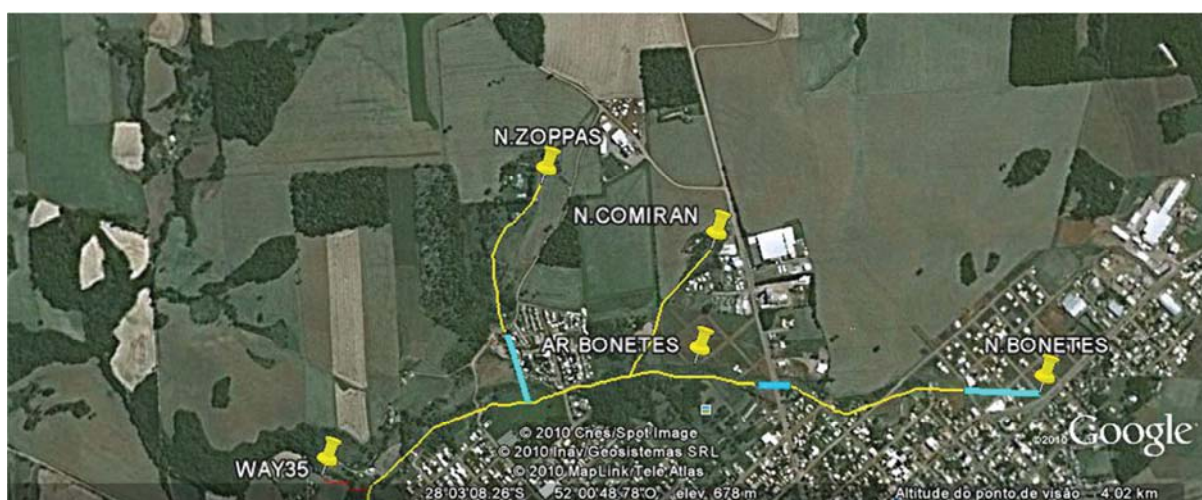
O Departamento de Meio Ambiente da Secretaria Municipal da Agricultura do Município de Tapejara produziu em 2011, um levantamento da situação dos recursos hídricos localizados na área urbana. Os trabalhos foram coordenados pela bióloga Maria Helena Faedo da Rosa e pelo Técnico Agrícola Marcos Eugênio Rampazzo. Em trabalho de campo com o propósito de buscarmos os registros existentes quanto aos sistemas drenantes, constatamos que os riachos que cruzam as áreas mais adensadas foram canalizados, e é onde são despejados as tubulações da rede de drenagem.

Os arroios que cortam o perímetro urbano, foram visitados e catalogados com os dados a seguir descritos. As localizações podem ser reconhecidas pelas fotografias de satélite, em imagens disponibilizadas no Google Earth. As condições existentes no levantamento realizado pelos técnicos da Prefeitura Municipal estão mantidas sem alterações em 2012 conforme constatado em visita de reconhecimento do local, e dos dados que foram disponibilizados.

O traçado dos arroios urbanos, mostrado nas imagens de satélite, receberam adaptações, indicando: na cor amarela os trechos sem intervenções; em azul trechos canalizados ou outras intervenções, ocultando o curso d'água; em vermelho os arroios em canal aberto.

a) Arroio Bonetes (ou Boneto, ou Bonettes) e seus afluentes: conforme mostrado na figura 31, sua nascente principal fica localizada no Loteamento Bianchini, pertencente ao Bairro São Paulo, não mais estando em sua forma natural, pois recebeu intervenções de aterros e tubulações que descaracterizaram o ambiente natural.

Figura 31 – Trajetória do Arroio Bonetes na zona urbana de Tapejara.

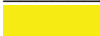


Fonte: Google Earth, adaptado pelo Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal (2009).

Este arroio pode ser considerado o principal daqueles existentes na área urbana, pois é o receptor de todos os demais. É o que possui maior extensão e mantém o nome após receber as águas dos demais, seus afluentes. Além da nascente principal, possui outras duas que o encontram ao longo de sua trajetória. Os quadros seguintes mostram os dados de cada trecho.

As tabelas identificadas como tabela 5, tabela 6 e tabela 7, mostram cada uma das nascentes e suas trajetórias, descrevendo as condições de intervenção, em 2009.

Tabela 5 – Caracterização da trajetória do arroio Bonetes desde a nascente.

Legenda	condição existente	extensão	Percentual
 	arroio aberto	1.935 m	
	arroio canalizado fechado	340 m	
	Extensão total	2.275 m	
	Intervenção APP	1.081 m	47%
	Preservação	1.194 m	53%

Fonte: Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Tapejara (2009).

Tabela 6 - Caracterização do afluente do Arroio Bonetes, Sem Denominação, com nascente na Chácara Zoppas.

Legenda	condição existente	extensão	Percentual
	arroio aberto	550 m	
	arroio canalizado fechado	220 m	
	arroio canalizado aberto		
	Extensão total	770 m	
	Intervenção APP	270 m	36 %
	Preservação	500 m	64 %

Fonte: Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Tapejara (2009).

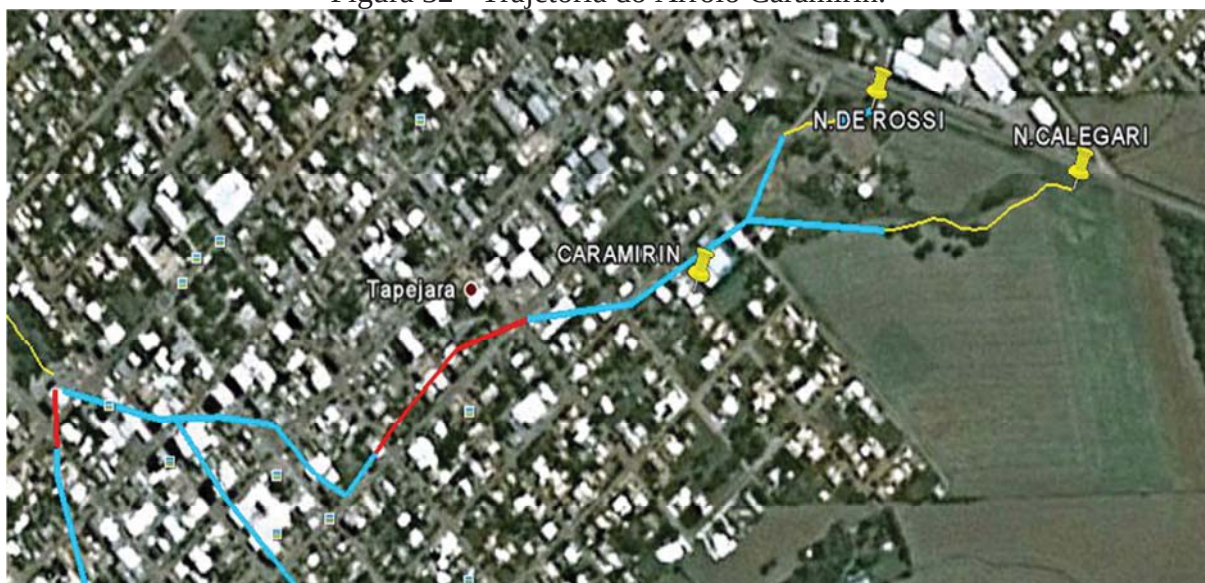
Tabela 7 - Caracterização do Afluente do Arroio Bonetes Sem Denominação, com nascente na propriedade Comiran.

Legenda	condição existente	extensão	Percentual
	arroio aberto	464 m	
	arroio canalizado fechado		
	arroio canalizado aberto		
	Extensão total	464 m	
Intervenção APP (0)	Preservação	464 m	100 %

Fonte: Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Tapejara, (2009).

b) Arroio Caramirim e seus afluentes: este arroio possui duas nascentes formadoras, e atravessa áreas densamente ocupadas no centro da cidade, onde se une ao arroio Ibirapuitã, conforme mostrado na figura 32.

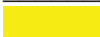
Figura 32 - Trajetória do Arroio Caramirin.



Fonte: Google Earth, com intervenções do Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal (2009).

O arroio Caramirim tem o desenvolvimento de seu leito praticamente todo cercado por áreas loteadas, embora a sua bacia de captação possua ainda muitas áreas sem loteamentos. Estas, devem receber especial atenção na elaboração do futuro Plano Diretor, pois as águas deste arroio transbordam a galeria em sua passagem pelo centro da cidade. A tabela 8 e a tabela 9 apresentam o detalhamento das características existentes ao longo do curso do arroio Caramirim, mostrado na figura 32.

Tabela 8 - Caracterização do afluente do arroio Caramirim Sem Denominação, com nascente na propriedade De Rossi.

Legenda	condição existente	extensão	Percentual
	arroio aberto	80 m	
	arroio canalizado fechado	173 m	
	arroio canalizado aberto		
	Extensão total	253 m	
	Intervenção APP	233 m	92 %
	Preservação	20 m	8 %

Fonte: Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal (2009).

Tabela 9 - Caracterização do Arroio Caramirim, com nascente na propriedade de Ciro Calegari.

Legenda	condição existente	extensão	Percentual
	arroio aberto	290 m	
	arroio canalizado fechado	1.080 m	
	arroio canalizado aberto	290 m	
	Extensão total	1.660 m	
	Intervenção APP	1.270 m	76 %
	Preservação	290 m	24 %

Fonte: Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Tapejara (2009).

c) Arroio Ibirapuitã: apresenta uma nascente principal e outra em área relativamente plana, junto da área urbanizada. A nascente principal fica localizada na propriedade Dalzotto, e segue na maior parte de seu trajeto por área não loteada até juntar suas águas com as do Arroio Caramirim, em uma galeria, junto da zona central da cidade.

A principal intervenção neste arroio consiste de uma galeria, construída ao final da década de 1990, e que modificou seu traçado e aumentou a seção da galeria, eliminando as inundações que suas águas produziam na área central da cidade.

As águas do Ibirapuitã são relativamente limpas em seu aspecto visual, quando comparadas à de outros arroios que cortam a cidade, devido ao fato de haverem poucas intervenções nas áreas próximas de suas nascentes. A figura 33 mostra a trajetória do arroio Ibirapuitã:

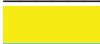
Figura 33: trajetória do Arroio Ibirapuitã



Fonte: Google Earth, adaptado pelo Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal (2009).

A tabela 10 apresenta os dados do arroio Ibirapuitã em sua extensão total, onde pode ser constatado que 77% de seu trajeto encontra-se preservado, sem obras de intervenção.

Tabela 10 Arroio Ibirapuitã, com nascente na propriedade de N. Dalzotto.

Legenda	condição existente	extensão	Percentual
	arroio aberto	980 m	
	arroio canalizado fechado	650 m	
	arroio canalizado aberto		
	Extensão total	1.630 m	
	Intervenção APP	1.090 m	77 %
	Preservação	540 m	33 %

Fonte: Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Tapejara (2009).

d) Arroio Paramirim: é o mais longo dos arroios urbanos, possuindo a nascente mãe localizada na propriedade Sitta, de onde segue por um curso onde estão preservadas as matas ciliares até encontrar as áreas loteadas onde recebe intervenções com galerias fechadas, depois aberta, momento em que recebe as águas que resultam da união dos arroios Caramirim e Ibirapuitã, conforme mostra a figura 34.

Após unidos os arroios seguem por um curso com elevadas declividades em um terreno de topografia íngreme o que dificultou a ocupação imobiliária. A figura 34 mostra este trecho, onde pode ser identificada a presença de vegetação, e ausência de edificações próximas do curso do arroio. O local tem vista aprazível e as características do conjunto poderiam ser aproveitadas para tratamento paisagístico e de construção de trilhas ecológicas.

Figura 34 - Trajetória do Arroio Paramirim, desde a nascente até o Arroio Caramirim



Fonte: Google Earth, adaptado pelo Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal (2009).

A tabela 11 mostra os dados de intervenção no arroio Paramirim, cujo destaque é sua extensão total.

Tabela 11 - Caracterização do Arroio Paramirim, com nascente na propriedade Sitta.

Legenda	condição existente	extensão	Percentual
	arroio aberto	2.220 m	
	arroio canalizado fechado	510 m	
	arroio canalizado aberto	230 m	
	Extensão total	2.960 m	
	Intervenção APP	860 m	29 %
	Preservação	2.100 m	71 %

Fonte: Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Tapejara (2009).

e) Arroio Sem Denominação Definida: mostrado na figura 35, este arroio nasce na propriedade Variza, dirigindo-se à propriedade Valdivia, onde recebe contribuição de uma nova nascente, e estabelecendo um segundo trecho para fins de análise comparativa os trechos com intervenções e sem intervenções.

Este arroio encontra as águas dos arroios Caramirim, Ibirapuitã e Paramirim no local onde se está instalado o Parque de Rodeios do município, indo posteriormente juntar-se ao arroio Bonetes, formando o rio Tapejara, contribuinte do rio Piraçucê, afluente do Apuaê, e este do Rio Uruguai.

O arroio sem nome, ou sem denominação definida tem o curso de menor extensão entre todos os arroios urbanos de Tapejara.

Figura 35 - Trajetória do Arroio Sem Denominação Definida.



Fonte: Google Earth, adaptado pelo Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal (2009).

A tabela 12 e a tabela 13 mostram a caracterização dos dois trechos do arroio sem denominação, conforme a seguir:

Tabela 12 - Caracterização do Arroio Sem Denominação Definida, com nascente na propriedade Variza, trecho entre a nascente e a nascente localizada na propriedade Valdivia.

Legenda	condição existente	extensão	Percentual
	arroio aberto	970 m	
	arroio canalizado fechado	90 m	
	arroio canalizado aberto		
	Extensão total	1.060 m	
	Intervenção APP	530 m	50 %
	Preservação	530 m	50 %

Fonte: Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Tapejara (2009).

Tabela 13 - Caracterização do Arroio Sem Denominação Definida, a partir da nascente da propriedade Valdivia, com as águas provenientes do curso à montante.

Legenda	condição existente	extensão	Percentual
	arroio aberto	200 m	
	arroio canalizado fechado	520 m	
	arroio canalizado aberto		
	Extensão total	720 m	
	Intervenção APP	240 m	33 %
	Preservação	480 m	77 %

Fonte: Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Tapejara (2009).

f) Totalização dos dados: Todo o sistema das bacias hídricas da área urbana de Tapejara apresentam a seguinte configuração quanto às intervenções e suas condições naturais, mostrado na tabela 14:

Tabela 14 - Condição dos Arroios da área urbana da cidade de Tapejara em 2012.

Legenda	condição existente	extensão	Percentual
	arroio aberto	7.689 m	
	arroio canalizado fechado	3.583 m	
	arroio canalizado aberto	520 m	
	Extensão total	11.792 m	
	Intervenção APP	5.574 m	47 %
	Preservação	6.218 m	53 %

Fonte: Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Tapejara (2009).

Além dos dados constantes no quadro acima, indicando a extensão dos arroios urbanos, existem 9 nascentes identificadas e catalogadas, sendo 7 preservadas, representando 78% e duas drenadas (22%).

O levantamento das áreas das bacias hidrográficas de cada um dos cursos d'água urbanos de Tapejara permitiu identificar a potencialidade de captação das precipitações que ocorrem dentro dos limites das áreas das diferentes bacias, permitindo a possibilidade do dimensionamento reverso dos pontos críticos dos alagamentos da cidade.

As áreas do perímetro urbano ainda não ocupadas por loteamentos, posicionam-se em sua maioria à montante do centro da cidade, ou seja, em local cuja taxa de ocupação poderá ser significativamente alterada após a ocupação por loteamentos, mudando das condições atuais onde predominam lavouras e com áreas de florestas remanescentes.

As bacias críticas são aquelas cujos arroios passam pela pelo centro da cidade, em especial o arroio Caramirim e o Ibirapuitã, seguido pelo Paramirim. Atualmente (2012), as águas do Caramirim produzem alagamentos na esquina da Avenida Sete de Setembro com a rua Independência. Esta situação tende a agravar-se com o aumento das áreas loteadas em processo de aprovação na Prefeitura Municipal, e por novos loteamentos futuros.

A configuração topográfica do perímetro urbano coloca a maioria das áreas do perímetro urbano ainda não loteadas na posição à montante dos arroios, o que permite prever que haverá aumento das áreas impermeabilizadas com riscos de colapso das infraestruturas de drenagem existentes.

A totalização das condições de intervenção no conjunto dos arroios da zona urbana do município de Tapejara gerou os dados apresentados na tabela 15, onde são comparadas as áreas de cada bacia, com relação ao percentual urbanizado frente a área total.

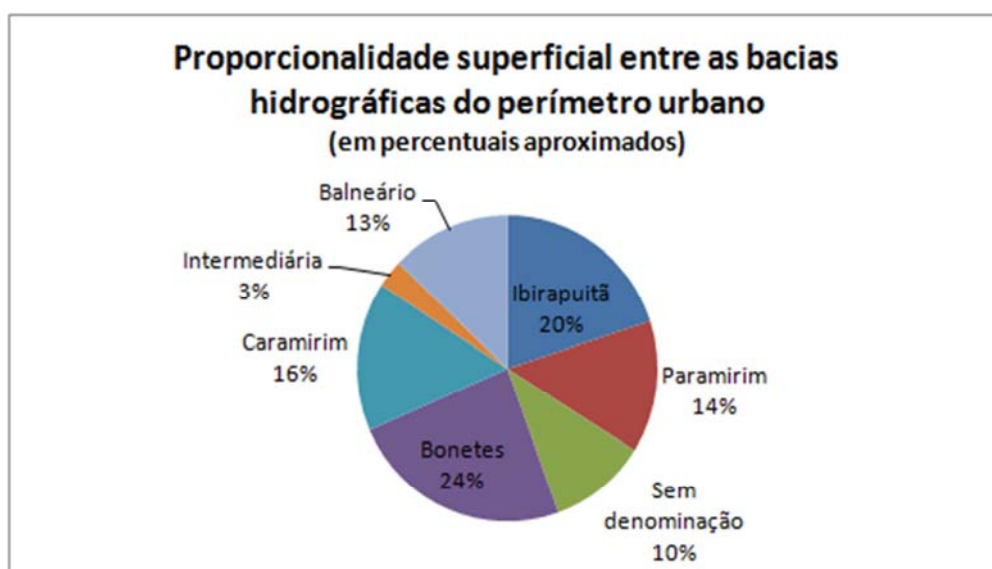
Tabela 15 - Áreas das Bacias hidrográficas do perímetro urbano de Tapejara (Km²).

Arroio/Bacia		Área total %		Área urbanizada %		Área a urbanizar %	
1	Ibirapuitã	3,77	19,96	0,53	14,1	3,24	85,9
2	Paramirim	2,64	13,99	0,53	20,9	2,11	79,9
3	Sem denominação	1,99	10,54	0,35	17,6	1,64	82,4
4	Bonetes	4,52	23,94	2,12	46,9	2,40	53,1
5	Caramirim	2,98	15,79	0,93	31,2	2,05	68,8
6	Intermediária	0,55	2,91	0,55	100,0	0,00	0,0
7	Balneário	2,43	12,87	-	0,00	2,43	100
Totalização		18,88	100,00	4,99	26,43	13,89	73,57

Fonte: Prefeitura Municipal de Tapejara (2012).

O perímetro urbano da cidade totalizam 18,88 Km², ocupados por bacias hidrográficas de sete arroios com suas diversas nascentes, como foi apresentado no estudo de seus cursos. As proporcionalidades das áreas apresentadas em forma de gráficos permite melhor visualização, das intervenções de urbanização em cada uma delas. Todos os arroios, com exceção do Balneário, são afluentes do Arroio Bonetes. A figura 36 mostra estudo comparativo da proporcionalidade superficial entre as bacias, sendo a maior a do arroio Bonetes, seguido do Ibirapuitã, Caramirim, Paramirim e Balneário. A bacia intermediária é resultado das águas do Caramirim com o Ibirapuitã, até o encontro com o Paramirim.

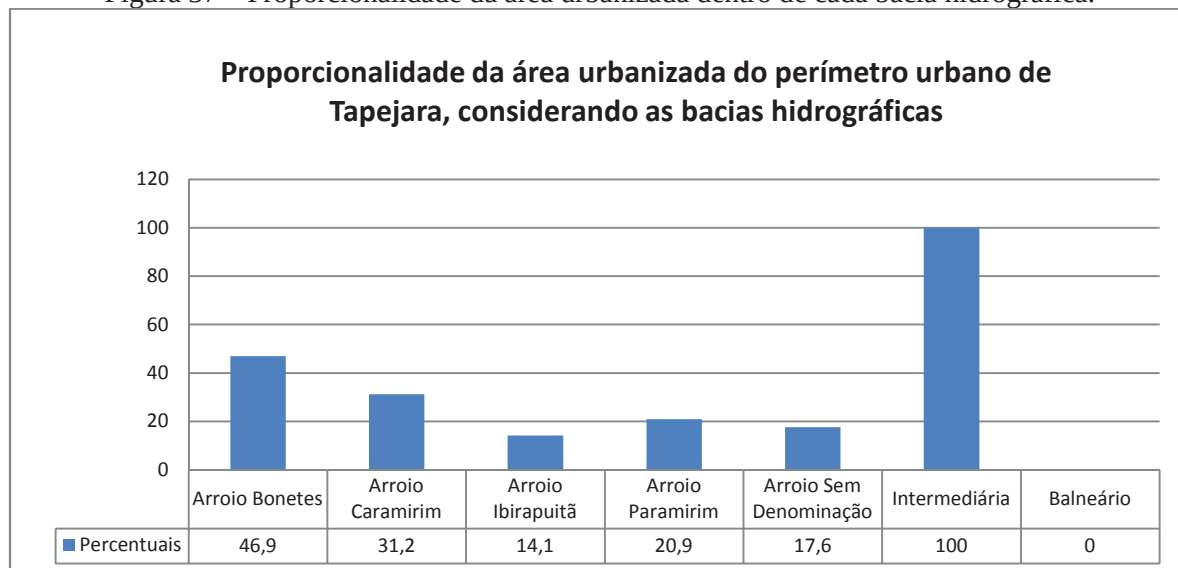
Figura 36 – Proporcionalidade entre bacias hidrográficas.



Fonte: Setor de Engenharia da Prefeitura Municipal de Tapejara (2012).

A figura 37 mostra a proporcionalidade da área urbanizada, indicando a proporção pertencente à cada uma das bacias, mostrando que a área urbanizada se assenta principalmente na bacia do arroio Bonetes, seguida do Caramirim e Paramirim.

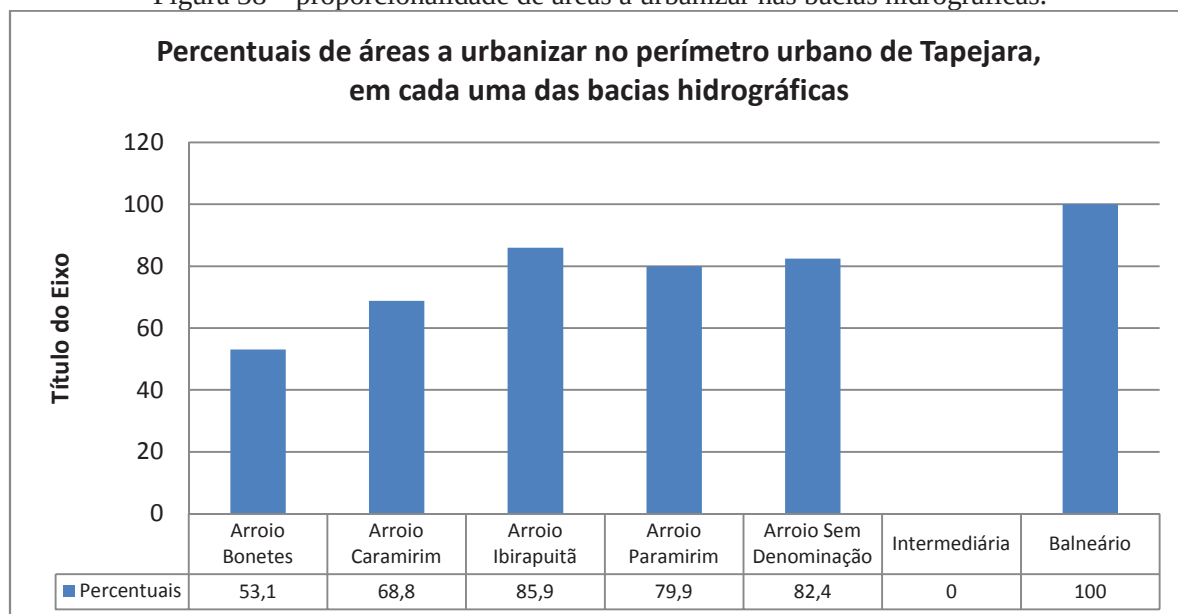
Figura 37 – Proporcionalidade da área urbanizada dentro de cada bacia hidrográfica.



Fonte: Setor de Engenharia da Prefeitura Municipal de Tapejara (2012).

A figura 38 mostra as áreas não urbanizadas, situadas dentro do perímetro urbano, com as proporcionalidades relativas, quando identificadas as bacias hidrográficas dos arroios que cortam a cidade. O maior percentual de área a ser loteada está na bacia do Ibirapuitã, seguida pelo Paramirim, e o Sem Denominação.

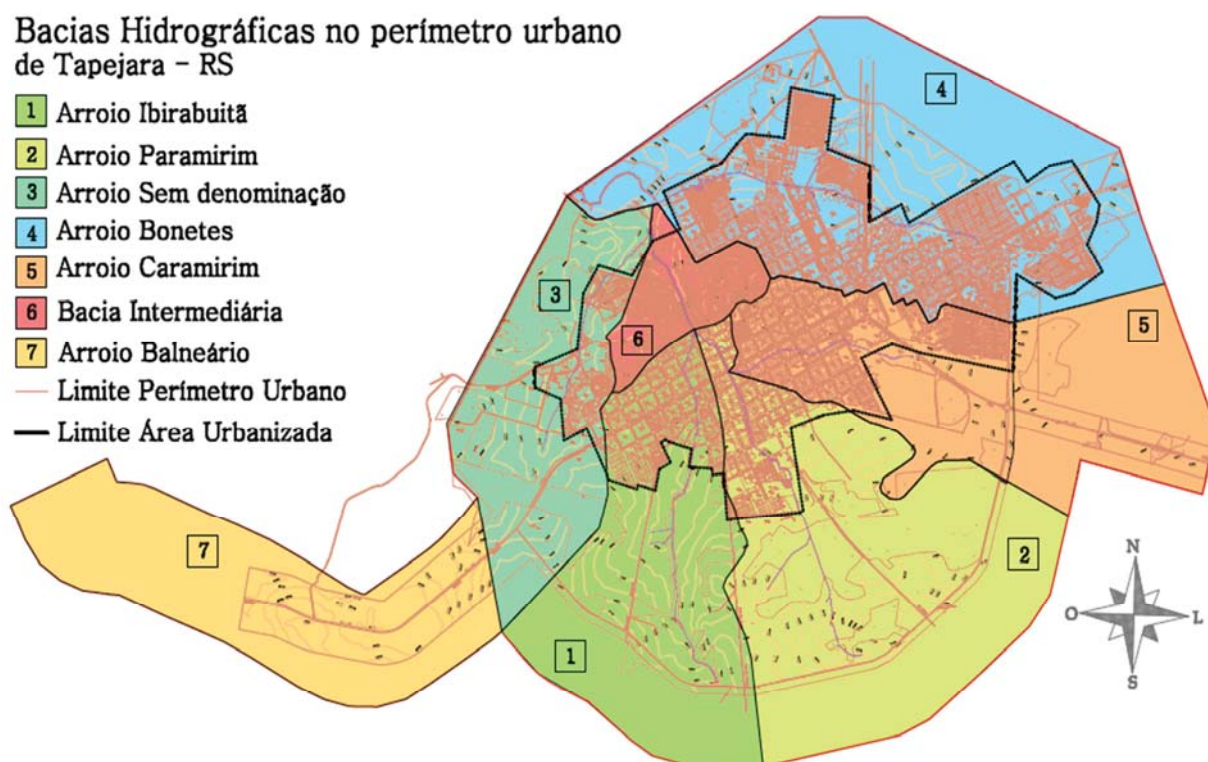
Figura 38 – proporcionalidade de áreas a urbanizar nas bacias hidrográficas.



Fonte: Setor de Engenharia da Prefeitura Municipal de Tapejara (2012).

O mapa mostrado na figura 39, elaborado pelo Setor de Engenharia da Prefeitura Municipal, mostra o posicionamento das bacias, e suas áreas de ocupação, com as áreas urbanizadas e a urbanizar, permitindo a compreensão das ocupações em cada bacia.

Figura 39 - Mapa do perímetro urbano de Tapejara, com a identificação das áreas ocupadas por cada uma das bacias hidrográficas



Fonte: Prefeitura Municipal (2012).

A bacia do Arroio Caramirim por ser aquela que provoca os alagamentos na esquina da Avenida Sete de Setembro com a Rua Independência, conforme Figura 2 (b). Possui área total de 2,98 km², sendo 0,93 km² já urbanizados (31,2%) e 2,05 km² ainda não urbanizados (68,8%). Verifica-se alto potencial de urbanização em momento futuro, ocasião em que o volume de águas de chuva drenado será maior em consequência da elevação da impermeabilidade do solo.

4.4 A malha urbana de Tapejara

O sistema viário é composto por uma avenida principal, denominada Sete de Setembro, que corta a cidade no sentido sudoeste nordeste, sendo estes os caminhos que direcionam os acessos à Coxilha e Passo Fundo ou Ibiaçá e Sananduva, as principais rotas de circulação intermunicipal, o que influenciou o crescimento urbano alongado, tendo como eixo este

sentido de desenvolvimento. O traçado predominante é regular, com quarteirões de formato quadrangular, com lados em torno de 100 metros, regra que tem sofrido alterações em loteamentos recentes. As ruas e passeios são relativamente largos, com aspecto geral de ter recebido planejamento em seus primeiros anos, nas décadas de 50 e 60 do século passando quando o Brasil adotava padrões urbanos inspirados no planejamento da Capital Federal e de novas cidades.

Os loteamentos surgidos a partir dos anos 80 buscam seguir como diretrizes de seus traçados os limites e acessos possíveis às áreas loteadas, dentro de padrões que fogem à regra anterior, que buscava o alinhamento das ruas, independentemente das linhas de divisas entre as propriedades loteadas e não loteadas. A figura 40 permite identificar que loteamentos periféricos, destinados à habitação de interesse social, fogem ao padrão central.

Figura 40 – Vista da área urbana de Tapejara em imagem de satélite.



Fonte: Google Earth (2008).

A Secretaria Municipal de Obras dispõe de cadastro atualizado, estando em procedimentos de digitalização de seu acervo de informações, estando o sistema viário e os dados do cadastro imobiliário com mais de 90% concluídos, com previsão de completa digitalização para meados de 2013.

O cadastro imobiliário do município constitui setor da Secretaria da Fazenda, que faz as atualizações permanentes das novas edificações a partir da concessão da carta de habite-se às construções concluídas e vistoriadas pelo departamento de engenharia.

Os contatos mantidos com o setor técnico do Departamento de Engenharia permitiram ver a existência de projetos de loteamentos em processo de aprovação, indicando a existência de mercado imobiliário que viabiliza empreendimentos deste tipo.

Os técnicos reconhecem que os dados cadastrais dos mapas disponíveis, nem sempre estão atualizados, visto a quantidade de dados a serem compilados e agregados à malha urbana cadastrada e aquela já aprovada ou em execução.

Estes atrasos na compilação de dados podem ser atribuídos à sobrecarga de trabalho no setor, devido ao fato que o crescimento da cidade nos últimos anos tem encaminhado para aprovação, um elevado número de projetos de edifícios comerciais, multifamiliares, estabelecimentos comerciais e industriais, residências unifamiliares, desmembramentos e loteamentos, exigindo maior tempo de análise para aprovação e licenciamento. Além disso o setor de engenharia elabora a maioria dos projetos das obras municipais e contribui na assessoria técnica a outras secretarias e órgãos públicos.

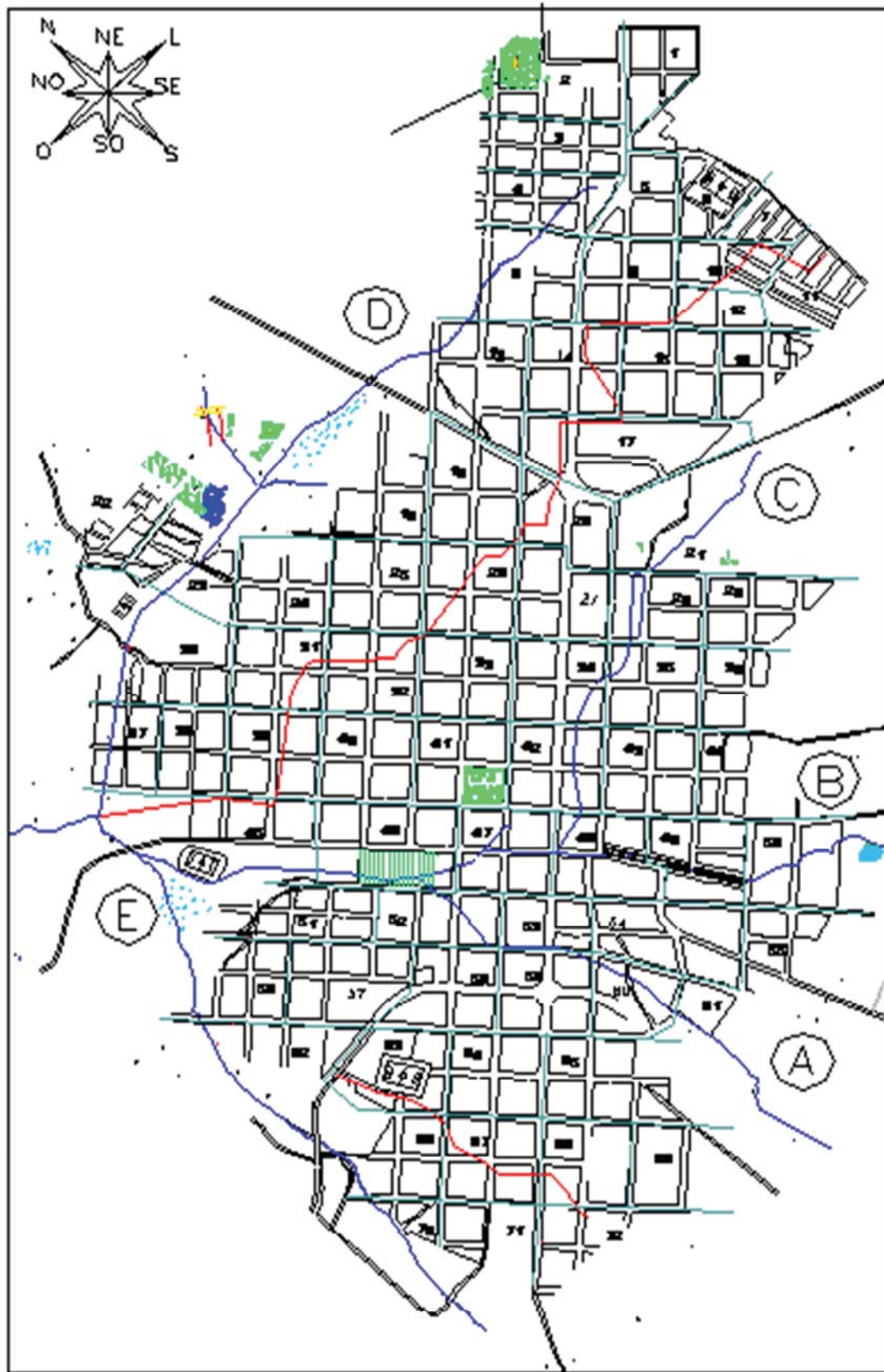
A planta do traçado urbano de Tapejara mostrada na figura 41, está atualizado até o ano de 2008, segundo o setor técnico da Prefeitura. O lançamento de novos loteamentos na planta básica da cidade é feita paulatinamente, de acordo com a disponibilidade dos técnicos.

Os diversos mapas da malha urbana são formatados em geral em duas formas principais: a mais utilizada é aquela que melhor se adapta ao formato A4, onde a cidade é desenhada com seu eixo principal a Avenida Sete de Setembro posicionada no sentido vertical da folha; Outro formato é aquele onde o eixo de referência é o rumo norte, este aplicado a documentos oficiais ou onde aparece a área total do município.

A avenida Sete de Setembro, que corta a cidade de um extremo a outro, constituindo-se a principal via do tráfego de veículos, sendo este o sentido sudoeste nordeste. As indústrias de maior porte ficam localizadas em zonas localizadas nas extremidades opostas deste eixo, do qual derivam os acessos principais, sendo ao sudoeste a ligação com Coxilha e Passo Fundo, e à nordeste com Ibiaçá, Sananduva, Charrua e Getúlio Vargas.

Quanto às rodovias que ligam a cidade ao restante do estado e do país, temos sudoeste a rodovia RS 463 e ao nordeste a rodovia RS 467 ambas asfaltadas, sendo que a RS 430 ainda não asfaltada, apresenta boas condições de trafegabilidade visto ter o leito ensaibrado, que permite o tráfego de forma permanente em qualquer época do ano.

Figura 41 – Planta do traçado urbano de Tapejara.



Fonte: Cadastro da Prefeitura Municipal (2009).

4.5 As quadras e sua ocupação

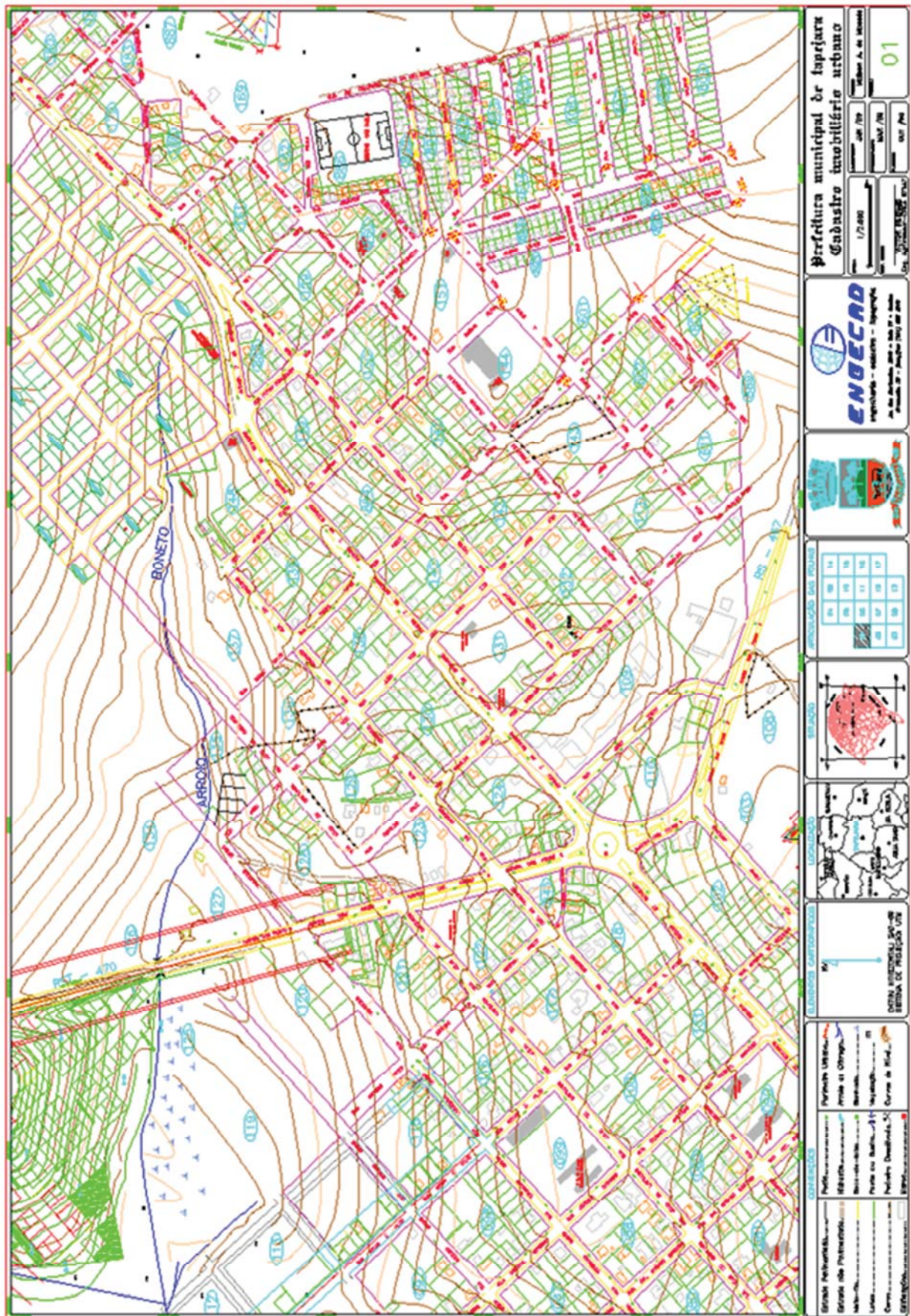
Os quarteirões são as unidades territoriais definidas pelas vias públicas de circulação, onde ficam situados os terrenos ou lotes, unidades territoriais para ocupação predial. De maneira geral em Tapejara, os lotes em sua maioria são ocupados por residências unifamiliares, exceto nas áreas de adensamento comercial onde começam a predominar os prédios de apartamentos e estabelecimentos comerciais. Pela falta de existência de limitação de taxa de ocupação, as construções recentes em áreas comerciais tem ocupado 100% dos lotes, indicando a necessidade de implementação de um regime urbanístico atualizado, pois é visível um momento de verticalização da cidade, que mesmo não sendo concentrada, irradia-se a partir do núcleo central. O processo de industrialização foi intensificado a partir da década de 1990, sendo que as indústrias passaram a ocupar primeiramente as periferias, e mais recentemente as margens de rodovias que dão acesso à cidade, em áreas mais amplas e ainda não urbanizadas no entorno.

O cadastro imobiliário municipal se encontra todo digitalizado com plantas impressas e em arquivos eletrônicos, associadas com relação das unidades territoriais e prediais, listadas em programa específico, que gera o sistema de arrecadação do imposto predial e territorial urbano, o IPTU. O mapa é útil para outros sistemas cadastrais, em especial aqueles utilizados pelo setor técnico.

A figura 42, apresenta o mapa do ultimo recadastramento imobiliário, contendo as curvas de níveis, os quarteirões, ruas, terrenos e edificações existentes. O sistema é digitalizado e disponível em arquivo eletrônico, possibilitando a ampliação ou redução das imagens, a seleção de área específica para estudo, pois possui além das informações de topografia, a hidrografia e o lançamento das construções existentes. Em informações obtidas, não tem sido possível a permanente atualização deste acervo havendo necessidade de atualização dos dados, com levantamentos in loco, em especial no sentido de fazer o registro de construções irregulares, cujas obras foram executadas sem análise técnica e licenciamento pelo município.

Os documentos digitalizados permitem a produção de desenhos com precisão, disponibilização de cópias em arquivos eletrônicos facilitando a consulta de dados sem a obrigatoriedade de acesso físico ao local do acervo. Os processos de armazenamento de arquivos físicos e eletrônicos e a equipe que trabalha no setor técnico pode ser considerada adequada ao porte da cidade, levando-se em conta que poucos municípios utilizam esta tecnologia e qualidade, no que tange ao cadastramento.

Figura 42 – Forma do desenho geral do cadastro imobiliário da cidade de Tapejara.



Fonte: Secretaria Municipal de Obras, Prefeitura Municipal de Tapejara (2010).

4.6 Diagnóstico da quadra de referência de estudo situada na área central

4.6.1 Formas de uso e ocupação do solo

O modelo adotado por Tapejara, ainda em implantação, tem embasamento nos critérios do século XX, centrado no adensamento e na verticalização, com a legislação do plano diretor defasada, sem um zoneamento definido e sem limitações quanto à taxa de ocupação dos lotes.

O quarteirão típico, que representa os mais altos índices de adensamento é mostrado na figura 43, permitindo a compreensão de como as cidades brasileiras, mesmo as localizadas no interior, se espelham nas cidades maiores do país, repetindo fórmulas cujos resultados, em termos de impactos ambientais e de drenagem urbana, já são conhecidos e aqui referenciados.

A verticalização é mais intensa no quarteirão formado pela Avenida Sete de Setembro, Rua do Comércio, Rua Independência e Rua 15 de novembro, mostrado na figura 43. Os edifícios altos predominam na paisagem e ocupam toda a área dos lotes onde foram construídos e ainda projetam parte de suas áreas privadas sobre os passeios em balanços situados nos pavimentos superiores, representando uma ocupação que supera os 100%, fato desconsiderado no cadastro de IPTU, que toma a tributação territorial como sendo apenas aquela em que o prédio se assenta.

As edificações que predominam possuem entre dois e quatro pavimentos. Não existem terrenos baldios, e as áreas livres, que são mínimas, predominam no centro do quarteirão, reforçando a percepção de alta valorização das testadas caracterizada por ser este quarteirão parte do centro comercial da cidade.

Figura 43 - Quarteirão de adensamento consolidado, escolhido para estudo do modelo de desenvolvimento adotado na cidade.



Fonte: adaptado do Google Earth (2012).

A apresentação dos perfis das fachadas das construções, nas figuras seguintes, dá destaque para os edifícios de maior porte em termos de altura e área construída.

A rua do Comércio, mostrada na figura 44, tem comércio varejista em todos os espaços das áreas térreas dos edifícios, excetuando-se as áreas de circulação e de passagem às unidades situadas nos pavimentos superiores. As edificações de maior porte ocuparam os terrenos de esquina, atrativas por permitir que as unidades autônomas (apartamentos ou salas comerciais) tenham aberturas voltadas para duas ruas, facilitando as unidades para serem consideradas “de frente”, o que agrega valor no mercado imobiliário. Terrenos de meio de quadra, possuem construções de menor porte, como pode ser visto na figura 37, onde está identificada a posição do local de saída da galeria do arroio Caramirim antes da travessia da rua do Comércio. Topograficamente, o ponto mais baixo fica próximo do centro do quarteirão.

Figura44 - Perfil do quarteirão modelo de ocupação, com frente para a Rua do Comércio.



Fonte: do autor.

A testada voltada para a Avenida Sete de Setembro é ocupada por um edifício de porte junto da esquina com a Rua 15 de Novembro, conforme indicado na figura 45, é local topograficamente mais alto neste trecho. Todos os lotes são ocupados com edificações cujos pavimentos térreos são ocupados com uso comercial. A figura que mostra o perfil tem à esquerda a foto do edifício “Atualittà”, com indicação à direita, junto à esquina com a rua Independência, o local onde passa a galeria do Arroio Caramirim (figura 45).

A passagem da galeria do arroio Caramirim sob o passeio da rua Independência, segue até próximo da esquina com a rua do Comércio pelo ponto topográfico mais baixo. Os alagamentos ocorrem a partir da esquina da Avenida Sete de Setembro com a Rua Independência atingindo distâncias de até setenta metros nas situações mais graves.

Figura 45 - Perfil do quarteirão modelo de ocupação, com frente para a Avenida Sete de Setembro.

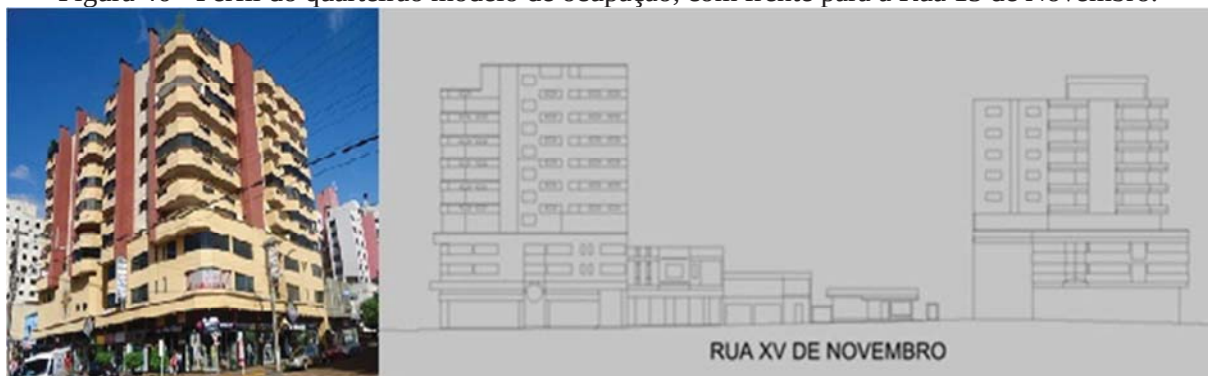


Fonte: do autor.

A testada da Rua 15 de Novembro é ocupada por edifícios altos nas duas esquinas e outras de pequena altura na parte central, tendo todas em seus pavimentos térreos estabelecimentos comerciais. Este quarteirão, diferente dos demais, tem seu ponto mais alto em local próximo do centro da quadra, conforme mostra a figura 46.

O movimento comercial deste trecho já não é exclusivo de lojas de varejo, sendo misto com estabelecimentos de prestação de serviços e sedes administrativas de empresas, por isso com menor número de transeuntes, também devido que o sentido de fluxo predominante de movimentação na cidade é o da Avenida Sete de Setembro e suas paralelas.

Figura 46 - Perfil do quarteirão modelo de ocupação, com frente para a Rua 15 de Novembro.



Fonte: do autor.

A testada da Rua Independência, mostrada na figura 40, parece ser a menos adensada das quatro vistas frontais da quadra. O ponto topográfico mais baixo fica localizado junto da esquina com a Avenida Sete de Setembro, no lado esquerdo da figura. Os alagamentos no local produziram adaptações construtivas nos prédios à esquerda (figura 67 (a) e (b)).

O uso comercial desta quadra é o menos intenso, com as construções térreas do centro do quarteirão consideradas na observação in loco como as mais antigas, compostas por uma residência construída em madeira e um pavilhão em alvenaria, aparentemente sem uso.

Informações obtidas com moradores do local durante a aplicação de entrevistas da análise de pós ocupação, indicam a existência de impedimentos legais impostos pela promotoria pública que invoca os aspectos da legislação ambiental, ligadas à proximidade e passagem do arroio Caramirim pelo local, sugerindo a existência do início da aplicação dos dispositivos legais e da discussão dos fatores ambientais na comunidade. O perfil desta quadra é mostrado na figura 47:

Figura 47 - Perfil do quarteirão modelo de ocupação, com frente para a Rua Independência, com a foto do prédio da esquina tomada a partir da praça.



Fonte: do autor.

4.6.2 Cadastramento da ocupação do solo

A ocupação imobiliária do quarteirão foi analisada a partir dos dados disponibilizados pelo cadastro municipal e dos dados produzidos pelo levantamento local. A quadra escolhida tem a denominação 45, dentro do contexto em que todos os quarteirões estão numerados.

Os dados fornecidos pelo município, compostos pelo mapa do quarteirão e pela relação dos imóveis existentes no mesmo são resultado da forma de tratamento dado a este importante componente da administração pública.

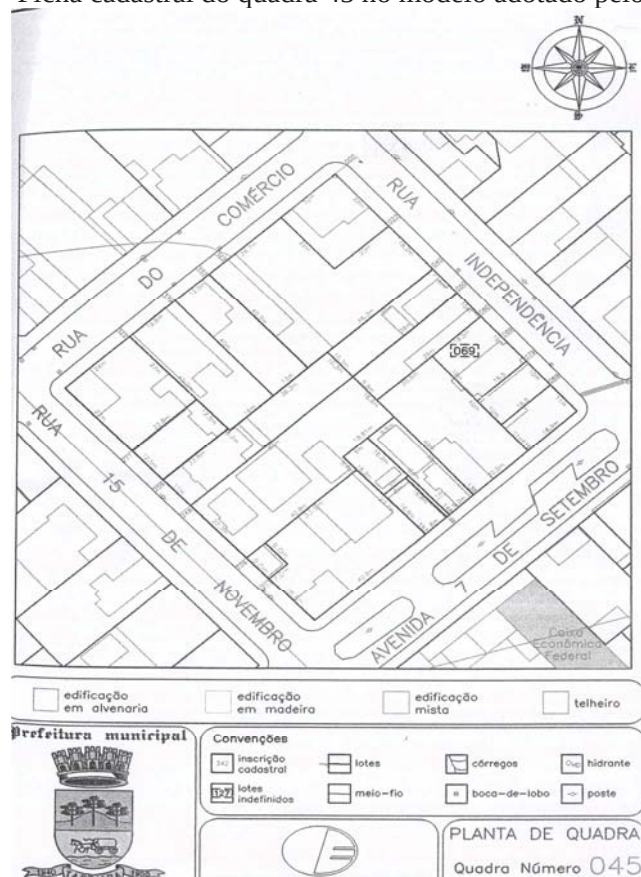
A planta da quadra apresenta os lotes que o compõe, informa as medidas de testada, fundos e laterais de cada um, bem como a linha do contorno das edificações sem a dimensão destas linhas. A denominação para fins cadastrais de cada lote é feita a partir de sua distância a um ponto de referência, situado em uma das esquinas. A quadra 45 inicia a contagem na esquina das ruas do Comércio e Independência, sendo em todas as quadras indicado com uma seta tomada como marco zero. Desta seta é feito o contorno do quarteirão, com as distâncias referenciadas ao ponto origem.

No quadra em estudo, o ponto de origem fica localizado na rua do Comércio, esquina com rua Independência e segue pela rua Independência, avenida Sete de Setembro, ruas 15 de Novembro e do Comércio, no sentido horário. A regra geral define o número do lote como aquele em que a distância ao ponto de origem inicia a testada do lote no sentido do andamento da numeração. Em alguns casos, como no térreo do edifício de esquina junto ao ponto de origem, as unidades do pavimento térreo ficaram com um número menor que o do lote seguinte ao da esquina, ficando entendido, embora não explícito nos documentos, a forma como estas unidades foram denominadas.

A figura 48 mostra a forma com que o cadastro localiza geograficamente cada uma das quadras da cidade, facilitando a identificação visual do lote. Esta figura é resultado do último recadastramento imobiliário realizado na cidade, feito por empresa especializada na realização deste tipo de trabalho, e cuja metodologia é utilizada em levantamentos cadastrais em muitas cidades.

Todas as quadras da cidade foram levantadas e estão arquivadas em pasta própria, onde além do mapa cadastral existe a ficha imobiliária de cada lote com as suas características e ficha de lançamento predial, com os dados das construções que os ocupam, que depois foram digitadas para identificação rápida no cadastro eletrônico.

Figura 48 – Ficha cadastral do quadra 45 no modelo adotado pelo município.



Fonte: Cadastro da Secretaria Municipal da Fazenda (2002).

A Secretaria da Fazenda, que administra este cadastro forneceu os dados do arquivo eletrônico de forma impressa, onde no cabeçalho do documento, constam as informações consideradas essenciais nas atividades tributárias do município. Nesta lista é possível ver a área superficial do terreno, a quantidade de construções no lote, e a área de cada uma delas. As construções de maior porte com várias unidades autônomas, cada uma delas é relacionada, com sua fração ideal de terreno, para fins da tributação territorial.

A relação das unidades pertencentes ao quarteirão 45 gera 25 páginas de formato A4, conforme apresentado na figura 49, que ilustra a formatação da relação impressa. O número de unidades autônomas existentes no quarteirão é de trezentos e trinta (330), sendo os boxes de estacionamento o tipo de unidade mais numerosa.

Figura 49 – Modelo do cadastro municipal de contribuintes do IPTU.

 PREFEITURA MUNICIPAL DE TAPEJARA Rua do Comércio, 1468 – CEP: 99.950-000 CNPJ: 87.615.449/0001-42 Fone: (54) 3344-1077 – www.tapejara.rs.gov.br									
NOME DO CONTRIBUINTE			ENDEREÇO		NUM.	COMPLEMENTO	OCUPAÇÃO		
QUADRA	LOTE	UNID.	AREA TERRENO	AREA UNIDADE		TOTAL CONSTRUIDO	FOLHA:	1	
5429	RAMIR LUIZ ZANATTA								
0045	21	1	8,69	91,84	4.648,55	0 LJ-01	Construido		
5430	PAULO ROBERTO BACEGA								
0045	21	2	5,59	59,11	4.648,55	1059 LJ-02	Construido		
5431	ERNANI FONTANA DAMETTO								
0045	21	3	3,79	40,05	4.648,55	0 LJ-03	Construido		
5432	CARLOS MARCON e OUTROS								
0045	21	4	7,29	77,04	4.648,55	0 LJ-04	Construido		
5433	NEUSA INES MARCHIORI								
0045	21	5	9,85	04,04	4.648,55	0 LJ-05	Construido		
5434	NAZARENO ALDUINO CASELANI								
0045	40	1	112,66	36,00	1.413,25	0 LOJA FLAVIO	Construido		
5435	NAZARENO ALDUINO CASELANI								
0045	40	2	185,32	01,50	1.413,25	0 RESTAURANTE	Construido		
5436	NAZARENO ALDUINO CASELANI								
0045	40	3	306,68	74,00	1.413,25	0 PAV SUPERIO	Construido		

Fonte: Secretaria Municipal da Fazenda (2012).

A relação completa de todas as unidades existentes na quadra, emitida pelo sistema informatizado, mostra uma formatação possível de ser otimizada, pois nem todas as páginas impressas no formato A4 apresentam cabeçalho. Alguns dados aparecem fora da coluna na qual deveria aparecer alinhados para facilitar o entendimento de qualquer leitor.

Os dados do cadastro municipal permitem a elaboração de quadro comparativo das áreas e ocupação de cada um dos lotes do quadra 45, conforme abaixo:

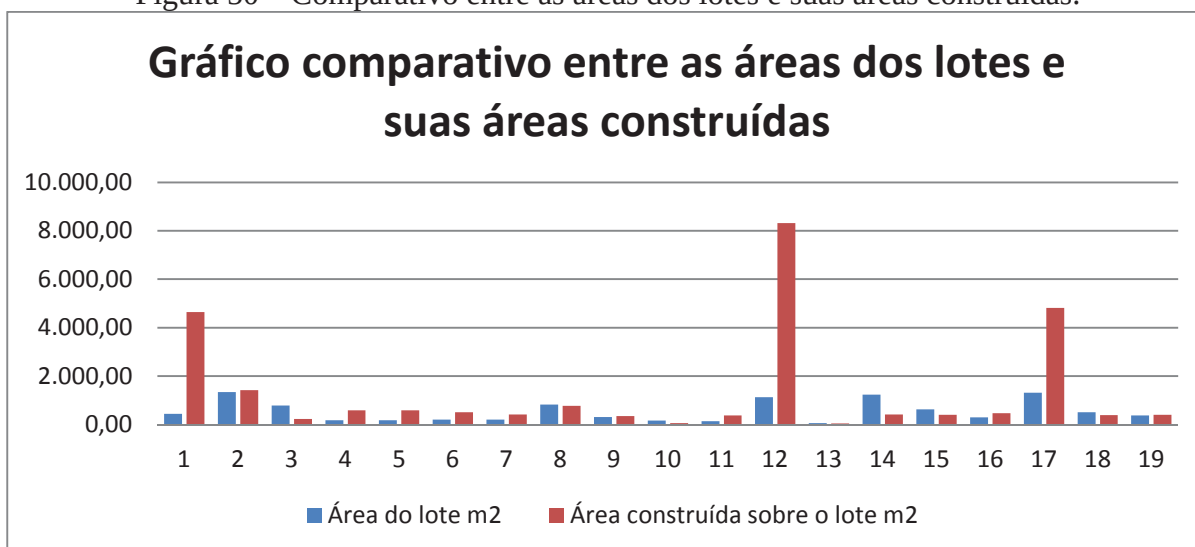
Tabela 16 – Comparativo de ocupação dos lotes do quarteirão 45.

<u>Lote</u>	<u>Rua/Avenida</u>	<u>Área do terreno(m²)</u>	<u>Área edificada(m²)</u>	<u>nº pavimentos</u>	<u>TO(%)</u>	<u>CA</u>
21	Comércio	440,00	4.648,55	10	100	10,56
40	Indep./Comércio	1.342,06	1.423,25	01/02	85	1,06
50/60	Independência	781,95	235,15	01	30	0,30
69	Independência	175,75	583,53	04	100	3,32
79	Independência	175,75	583,53	04	100	3,32
89	Independência	203,50	509,57	03	100	2,50
119	Independência	203,50	418,04	02	100	2,05
139	Sete de Setembro	820,00	780,00	01	95	0,95
148	Sete de Setembro	313,50	348,76	02	70	1,11
149	Sete de Setembro	162,60	63,00	01	39	0,39
157	Sete de Setembro	134,40	370,88	03	91	2,76
217	Sete de Setembro	1.132,93	8.315,12	09	100	7,34
226	15 de Novembro	63,00	49,80	01	79	0,79
248	15 de Novembro	1.236,43	417,54	01	34	0,34
259	15 de Novembro	634,66	409,55	02	33	0,65
271	15 de Novembro	297,50	463,28	02	79	1,56
322/339	Comércio	1.317,84	4.815,32	10	100	3,66
352	Comércio	511,28	395,00	02	30	0,78
362	Comércio	381,90	408,00	02	50	0,50
Totais:		10.328,55m²	25.237,87m²	10(máximo)	>80	2,44

Fonte: Secretaria Municipal da Fazenda, 2012.

Os dados da tabela foram tratados estatisticamente, e traduzidos no gráfico mostrado na figura 50. Cada um dos elementos mostrados na tabela 16 recebeu numeração sequencial tal como listados acima, para fins de identificação entre a representação gráfica, que corresponde aos números indicados na tabela. O comparativo do porte da representação de cada elemento ilustra a relação entre a área física do lote e a área da construção edificada sobre ele.

Figura 50 – Comparativo entre as áreas dos lotes e suas áreas construídas.



Fonte: do autor.

O levantamento no local, mostrou aspectos não registrados no sistema cadastral, mas úteis para a análise de ambiência urbana e das relações de uso dos espaços que são praticados no lugar. A área da quadra, de 10.328,55 m², é resultado da soma da área dos lotes cadastrados, onde estão ocupados por 7.467,45 m², e livres de ocupação predial 2.611,11 m². A área total construída no quarteirão é de 25.237,87m² o que remete a uma taxa de ocupação de 72%, e um aproveitamento de 2,44.

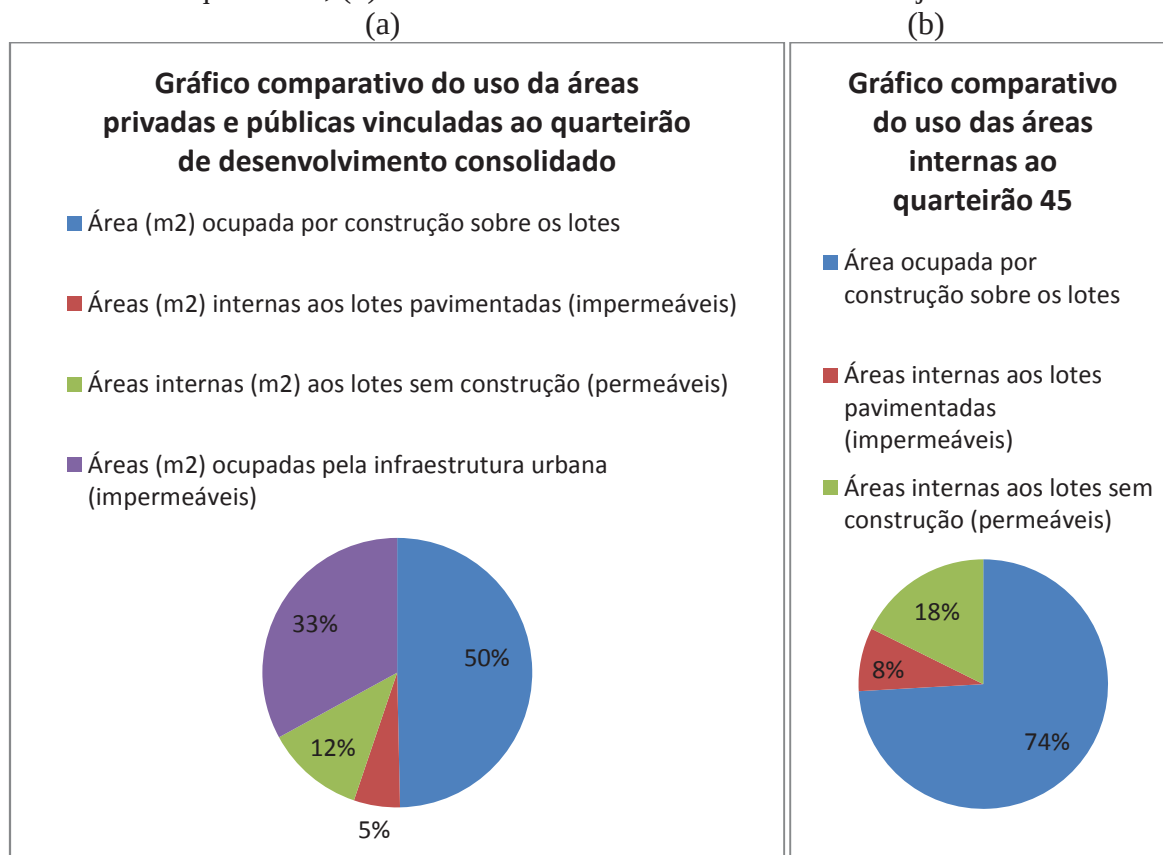
A vistoria realizada nos lotes com áreas sem construção mostrou que em torno de 30% destas áreas são pavimentadas, sendo a maioria com pisos cimentados, seguido pelo uso de lajes de basalto. Este dado remete à pavimentação de uma área considerada de 830 m², totalizando a área impermeável 8.327,45 m², próxima de 81%.

Considerando que em área contígua ao quarteirão temos passeios com largura de 3,00m e pistas de rolamento com largura em torno de 14,00m, pode-se agregar ao quarteirão seus passeios, mais metade da largura das ruas.

Este critério remete ao real índice de impermeabilização produzida sobre o ambiente natural no local considerado, no qual a área é próxima de 15.282,00 m², com área impermeabilizada de 13.571,00 m², e a área permeável 1.711,00 m², indicando a impermeabilização de 86,9%.

A figura 51 mostra dois gráficos, sendo o (a) relativo à comparação do uso das áreas na quadra 45, incorporando as áreas públicas que o cercam, e o (b) somente as áreas privadas da quadra 45.

Figura 51 – Comparativo do uso das áreas do quarteirão 45: (a) consideradas as áreas internas ao quarteirão; (b) consideradas as áreas de infraestrutura adjacentes.



Fonte: do autor.

A principal característica é a maximização da ocupação das áreas térreas. As edificações de porte usam todo o lote e nas mais antigas existe um corredor de acesso ao fundo do lote ou então para a escada externa que conduz ao pavimento superior, forma comum no passado para acessar pisos superiores.

A arborização é escassa sem árvores de grande porte. Nos canteiros centrais da avenida Sete de Setembro predominam arbustos ornamentais, com poucas árvores, e onde existentes são espécies da flora nativa. Nas ruas que circundam a quadra 45, a arborização mais intensa é verificada na rua 15 de novembro.

A tabela 17 mostra as características gerais do quarteirão a partir de cada um dos lotes, que foram sequenciados tal como consta dos dados cadastrais do município, e disponíveis na Secretaria da Fazenda para fins de tributação do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU). Os dados incluídos na tabela são aqueles considerados importantes para identificação do uso e da intensidade deste uso em cada unidade territorial, visando identificar a forma com que os terrenos estão ocupados na região de maior valor imobiliário da cidade. Na tabela a rua 1 é a independência, a 2 a avenida Sete de Setembro, a 3 a rua 15 de novembro, e a 4 a rua do Comércio.

Tabela 17 – Unidades territoriais da quadra 45, com características da ocupação predial em 2012.

Lote nº	Rua *	Numero na via	Área Construída (m ²)	Nº de construções	Recuo de frente	Recuo lateral esquerdo	Recuo lateral direito	Balanço sobre o passeio	Ajardinamento	Número de pavimentos	Garagem(s)	Tipo de passeio**	Aspecto da construção***
21	1 / 4	516	4.648,55	1	não	não	não	sim	não	12	s/n	B	1
40	1 / 4	s/n	1.423,25	1	não	sim	não	não	não	1 / 2	s/n	C	4
50/60	1	s/n	235,15	2	sim	sim	sim	não	sim	1	sim	C	3
69	1	476	583,53	1	não	não	não	sim	não	4	não	C	1
79	1	468	583,53	1	não	não	não	sim	não	4	não	C	1
89	1	450	509,57	1	não	não	não	sim	não	3	não	C	2
119	2	428	418,04	2	não	não	não	sim	não	2	não	C	2
139	2	s/n	780,00	1	não	não	não	não	não	1	não	M	1
148	2	s/n	348,76	1	não	sim	não	não	não	2	não	C	2
149	2	s/n	63,00	1	sim	sim	sim	não	sim	1	não	C	3
157	2	s/n	370,88	1	não	não	não	sim	não	3	não	B	2
217	3	s/n	8.315,12	1	não	não	não	sim	não	9	s/n	B	1
226	3		49,80	1	não	não	sim	não	não	1	não	B	3
248	3		417,54	3	sim	sim	sim	não	sim	1	s/n	B	1
259	3		409,55	2	não	não	não	sim	não	2	s/n	B	2
271	3		463,28	1	sim	não	não	não	não	2	s/n	B	1
322/339	4		4.815,32	1	não	não	não	não	não	10	s/n	B	1
352	4		395,00	1	não	não	sim	não	não	2	não	B	2
362	4		408,00	1	não	não	não	sim	não	3	não	B	2

Fonte: do autor.

A tabela mostra a existência de 24 diferentes edificações sobre as 19 unidades territoriais, nas quais predominam as seguintes características:

- Quanto à numeração: 54 % apresentam número na fachada, identificando o prédio com numeração; 46 % das construções não estão com numeração visível;
- Quanto ao número de edificações sobre o lote: 15 prédios são únicos sobre seu lote, três lotes são ocupados por duas edificações, e somente um lote possui três edificações;
- Dos 19 lotes somente quatro possuem recuos do alinhamento, considerando que um dos lotes é encravado no quarteirão com acesso por corredor com 1m de largura (lote 149), temos de fato apenas três lotes onde as construções são recuadas do alinhamento, o que reforça o quarteirão como de finalidade e uso comercial;

d) Os recuos laterais foram observados e considerados quanto ao pavimento térreo, embora as edificações altas só mostram recuos onde existem vãos de ventilação e iluminação. Como os prédios altos ocupam as esquinas, é baixo o uso de recuos laterais;

e) A utilização de balanços sobre o passeio é prática comum das edificações feitas no alinhamento e com pavimentos altos. Em geral possuem marquise e sacadas em balanço, ou somente sacadas. Alguns prédios utilizam parte do balanço em áreas internas de compartimentos, extrapolando o uso do próprio terreno para a área sobre o passeio;

f) Quanto ao número de pavimentos, predominam as edificações de dois a quatro pavimentos, mas os prédios altos se destacam não somente pela altura mas também por ocuparem lotes relativamente grandes no contexto. Os três maiores edifícios totalizam em torno de 70% de toda a área construída da quadra 45;

g) A relação das construções com os automóveis dentro do modelo consolidado e de sua importância na sociedade atual, pode ser considerada deficitária, pois as vagas de garagem para clientes não existem, além daqueles permitidos nas vias de circulação. As vagas de estacionamento no espaço construído tem o propósito de atender aos moradores dos apartamentos. Os boxes nos grandes edifícios são documentados como unidades autônomas, e foram comercializados com vínculo aos apartamentos ou outras unidades autônomas. O modelo adotado produz a curto prazo a falta de áreas para estacionamentos, com a viabilização de estacionamentos pagos, nem sempre aceitos pela população;

h) O tipo de pavimento utilizado nos passeios é preferencialmente a laje de basalto, utilizada em toda a extensão da rua do Comércio e 15 de novembro. Na avenida Sete de Setembro é possível encontrar um trecho com piso de ladrilho hidráulico, piso de concreto reguado/desempenado e com basalto. Na rua Independência predominam os passeios em concreto reguado/desempenado pois coincidem com a laje de cobertura do canal do arroio Caramirim, que tem sua trajetória coincidente com este espaço;

i) O aspecto geral de aparência e do estado de conservação foram comparadas, com o critério de atribuir números de 1 a 4, sendo o número 1 aos prédios de melhor aspecto, ou seja aqueles que aparentam ser de construção recente e aqueles que receberam manutenção e pintura, ou que tenham materiais de revestimento que remetem à atribuição de um padrão acima da média da vizinhança; Os prédios com atribuição 2, apresentam boa conservação e aspecto estético, e de construção entre 10 e vinte anos; Os prédios indicados com o número 3 são aqueles de construção antiga com boa conservação e aspecto, e os indicados com o número 4 são aqueles antigos e que demonstram necessitar de reparos. Dos vinte e quatro prédios dez (41,7%), receberam 1; nove (37,5%) receberam 2 na avaliação; a três deles

(12,5%) atribuiu-se o número 3, e a somente 1 deles (4,3%) foi atribuído o número quatro. Percebe-se que a grande maioria (79,2%), receberam 1 ou 2, o que pode ser considerado um elevado nível de conservação dos prédios por parte de seus proprietários, o que melhora o aspecto geral, considerando-se o impacto visual urbano a partir de suas edificações.

4.6.3 Análise da infraestrutura urbana existente

A análise da infraestrutura urbana tomou para amostragem vias com infraestrutura consolidada, sendo escolhidas as ruas Independência e Avenida Sete de Setembro tomando-se uma quadra de extensão a partir da esquina, ou seja, por quatro quadras, duas de cada rua, por estarem situadas na área central, com maior densidade de uso das infraestruturas.

Figura 52: Quadras com infraestrutura urbana consolidada, considerada para no estudo



Fonte: Google Earth (2012)

A análise da infraestrutura busca identificar as características locais de urbanização e ocupação do solo existente na cidade, a partir de características físicas e dos materiais de construção e das tecnologias utilizadas em seus diversos elementos, conforme listados a seguir.

a) Pavimentação das ruas: todas as ruas são asfaltadas com o estado geral considerado bom, sem sinais de desgaste que necessite de conservação ou reparos em prazo

curto. Por relatos obtidos as ruas eram originalmente pavimentadas com paralelepípedos, sendo a aplicação do asfalto sobre a base antiga.;

b) Pavimentação dos passeios: Os passeios são todos pavimentados, embora com diferentes tipos de materiais:

- Rua Independência: O quarteirão entre a Avenida Sete de Setembro e a rua do Comércio apresenta o lado par todo revestido em concreto por tratar-se da laje que cobre a galeria do arroio Caramirim. No lado ímpar, as calçadas dos edifícios são pavimentadas com laje de basalto, exceto o trecho que compreende a testada de um posto de combustíveis e de uma borracharia, que são feitos com o mesmo asfalto da via pública, por serem áreas com movimentação de veículos.

O quarteirão no lado oposto, da avenida Sete de Setembro até a rua Pe. Anchieta, tem os passeios em concreto reguado no lado par e mistos alternadamente com basalto e cimentados.

O estado de conservação é muito bom nos passeios com lajes de basalto, a maioria com pedras de formato irregular, de construção mais recente. Aquelas de concreto reguado estão melhores na laje sobre a galeria;

c) Redes de energia elétrica e telefonia: Os postes são de concreto, com a rede de alta tensão de distribuição geral principal da cidade posicionada sobre os canteiros da Avenida Sete de Setembro de onde partem ramais de alta tensão aos diversos transformadores. A rua Independência possui derivação de alta tensão, com os postes posicionados no lado ímpar.

A iluminação pública encontra-se em bom estado com todos os elementos em funcionamento por ocasião da vistoria. O sistema de telefonia fixa da cidade é operado pela empresa Oi, e a energia elétrica é fornecida pela empresa Mux Energia com sede em Tapejara;

d) Mobilidade e sinalização de trânsito: A cidade conta com dois semáforos, sendo um na esquina da rua 15 de Novembro com a Avenida Sete de Setembro, e a outra na Rua do Comércio, esquina com Rua Ângelo Dalzotto.

Existe sinalização indicativa orientando o visitante à localização dos prédios públicos, de saúde, atrativos principais e as saídas para as cidades vizinhas. O trânsito tem sinalização de vias preferenciais e a pintura nas pistas indicando as faixas de segurança de pedestre.

A acessibilidade é atendida com rebaixamento do meio fio em 20 das 24 passagem de pedestres indicadas nas esquinas, incluindo aquelas posicionadas nos canteiros da avenida Sete de Setembro.

A circulação de veículos é feita em mão dupla nas ruas do estudo, embora existam ruas com sentido único, sendo a Rua do Comércio a principal e mais extensa delas.

Existem duas paradas de ônibus urbano, que circulam a cada hora, atendendo também aqueles que fazem uso de ônibus aos distritos. Uma delas fica no lado ímpar da rua Independência entre a avenida e a rua P. Anchieta, outra na avenida;

e) Arborização e infraestrutura verde: A cidade pode ser considerada pouco arborizada. No trecho estudado só existe arborização no canteiro central da avenida Sete de Setembro sendo composta principalmente por exemplares de extremosa, árvore ornamental de pequeno porte. Há um exemplar de angico junto da sinaleira da avenida com a rua 15 de novembro, e um cinamomo no passeio da rua Independência na esquina da rua P. Anchieta, estas de maior porte e com características terem crescido no acaso, sem fazer parte de um projeto ou intenções paisagísticas ou de conforto ambiental;

f) Água e saneamento: os serviços estão concedidos para a Companhia Riograndense de Saneamento, (CORSAN), que abastece com água potável extraída dos mananciais subterrâneos. A cidade conta com projeto para a execução de rede coletora e sistema de tratamento de efluentes, mas sem programação para que esta obra seja executada. A Prefeitura Municipal está construindo e equipando um local para tratamento de esgotos domésticos, que serão coletados nos domicílios e transportados por caminhão tanque. Este sistema aliviará a contaminação do solo e a descarga feita nos diversos arroios que cortam a cidade e sua conclusão está previsto para meados de 2013;

g) Rede de drenagem urbana: as ruas estudadas contém a maior densidade de elementos construtivos ligados ao modelo clássico de drenagem urbana. É na parte central da área de estudos que ocorrem os alagamentos de maior monta. Existem ao todo 18 bocas de lobo, algumas com tamanho e forma exageradas, o que não tem sido suficiente para evitar os alagamentos. A galeria e o sistema coletor é mostrado e detalhado em item específico;

h) Mobiliário urbano: Existem bancos com assentos de concreto e de madeira sobre estrutura de concreto, dispostos ao longo dos canteiros da avenida Sete de Setembro. Os abrigos de ônibus são em estrutura metálica envolvidos com policarbonato alveolar na cor azul, e providos com bancos com assentos de madeira. Não foram identificados outros componentes de uso coletivo.

4.6.4 Sistema de drenagem existente na região central

A característica do modelo de desenvolvimento adotado em Tapejara, seguiu as regras de seu tempo histórico, desconhecendo a existência do ambiente natural, em especial dos sistemas hídricos. Os cursos d'água foram progressivamente confinados em paredes laterais

produzindo os canais, mais tarde cobertos e transformados em galerias, as margens aterradas e os terrenos das partes baixas ocupados com construções, como se estivessem em qualquer outra posição topográfica da área urbana, sem limitações quanto ao porte da edificação nem quanto à ocupação do lote, como se os arroios não existissem.

O objetivo de ocupação do espaço valorizado, não estava satisfeito, pois havia a necessidade e a conveniência de usar o curso d'água para escoar dejetos e outros descartes.

A cultura de domínio dos processos econômicos sobre os ambientais produziu também em Tapejara suas marcas, como mostram as diversas imagens do estudo.

A galeria do arroio Caramirim, foi objeto de detalhado estudo técnico, a partir de entrevistas mantidas com o setor técnico da Prefeitura Municipal e que motivaram a decisão de percorrer internamente aquele ambiente construído, para identificar o estado de conservação, os gargalos de fluxo, assoreamento e possíveis obstáculos desconhecidos.

A tarefa foi coordenada pela chefia de gabinete do prefeito municipal, representada pelo Sr. Júlio Reis e pela equipe técnica da prefeitura encabeçada pelo engenheiro Leonardo Menegaz, sendo ainda composta por outros servidores.

A inspeção produziu dados relativos a extensão de cada trecho e seções para fins de mapeamento para o registro técnico do município, fotografias com detalhes dos sistemas construtivos e um relatório interno da atividade, utilizada em parte neste trabalho.

As fotografias permitem ver o estágio de conservação, os processos erosivos, a quantidade de material sedimentado, a existência de declividade com a aparente correnteza do curso d'água. A médio e longo prazo serão úteis na análise comparativa nas ações de gerenciamento deste importante componente da infraestrutura da área central.

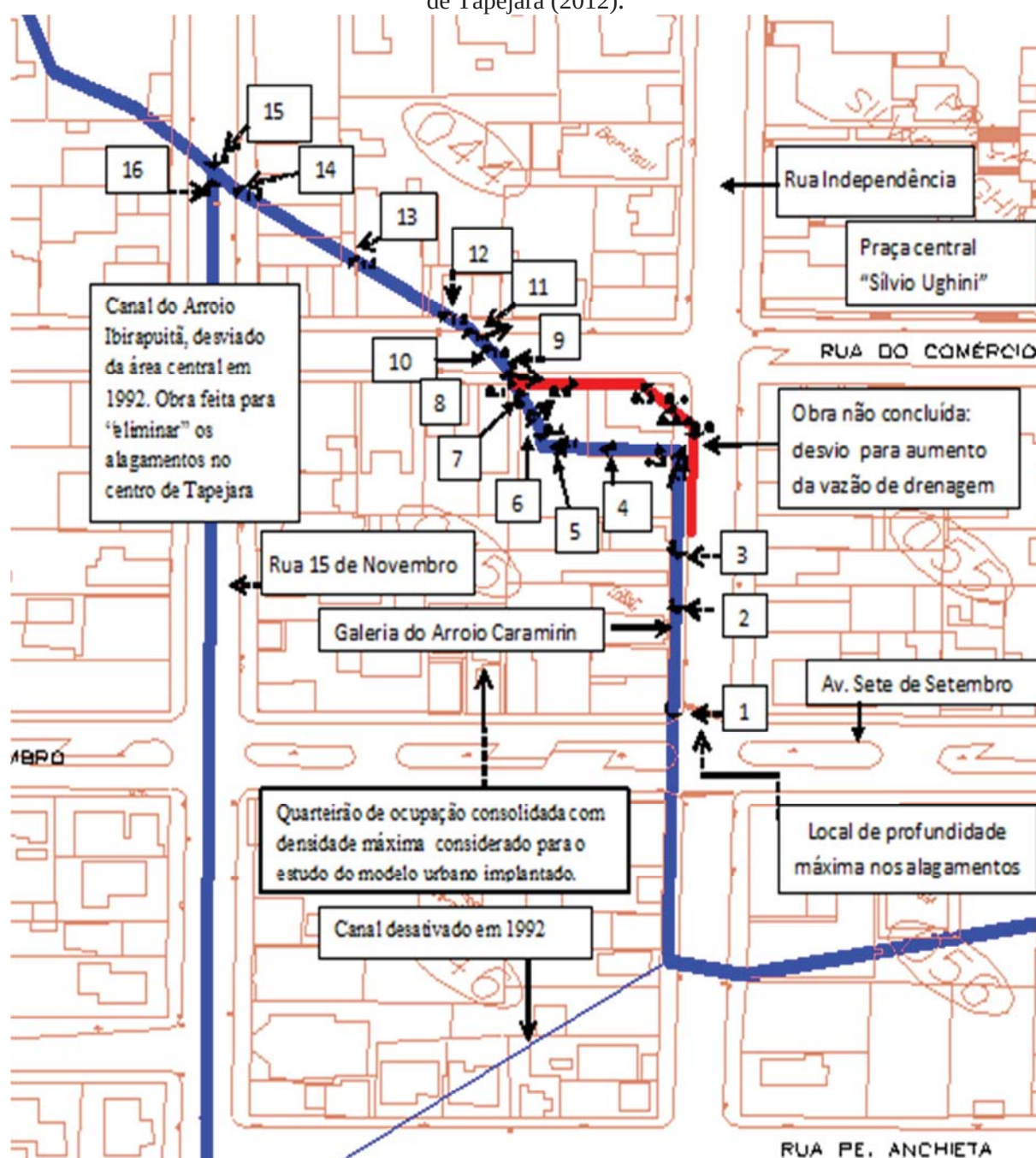
O trajeto foi percorrido em novembro de 2012, no sentido de jusante para montante, a partir do final da galeria, local onde as águas do arroio Caramirim, já estão unidas com as águas do Ibirapuitã e do Paramirim, pois o acesso no sentido oposto é dificultado pelas dimensões da galeria em seu trecho inicial. O relatório técnico elaborado pela equipe que fez o percurso apresenta os dados de montante para jusante, critério adotado também nos dados trazidos a este estudo, pois busca facilitar a compreensão do leitor.

A quadra 45, modelo de desenvolvimento urbano local mais adensado, possui o sistema de drenagem concentrado nas galerias dos arroios que cortam o centro, sem grandes variações quanto ao critério da distribuição das bocas de lobo quando comparado com outras regiões da cidade, exceto nos pontos acima da galeria do arroio Caramirim, na Rua independência.

A quantidade de intervenções cujo êxito foi parcial, ou inexistente demonstram a falta de conhecimento técnico e continuidade de ações, por fatores políticos ou interesses individuais, vinculados ao direito de propriedade do espaço situado acima do leito dos arroios.

As enormes bocas de lobo situadas na esquina da Avenida Sete de Setembro com a rua Independência, funcionam tanto para captar águas superficiais, como para transbordar as águas do Caramirim, quando a vazão é maior que a capacidade de escoamento da galeria no trecho de menor seção. A figura 53 mostra o percurso das galerias no centro:

Figura 53 - Mapa do percurso do arroio Caramirim (à esquerda) e Ibirapuitã (à direita) na área central de Tapejara (2012).



Fonte: Prefeitura Municipal (2012).

A figura 53 permite constatar que são as águas precipitadas sobre a bacia do arroio Caramirim que produzem os alagamentos na área central da cidade. Importante ressaltar o dado que esta bacia tem apenas 31,2% de sua bacia urbanizada, e que na maior parte desta área, a urbanização não apresenta os índices de impermeabilização da área central, estando a tempo de receber os elementos alternativos de drenagem.

O levantamento de dados de seções transversais do canal toma os pontos indicados com numeração de 1 a 16, e são mostrados na tabela 18.

Tabela 18 - Dimensões de trechos da galeria do arroio Caramirim na área central, conforme os pontos indicados na figura 53.

Ponto	Base (m)	Altura (m)	Área da seção (m ²)	Declividade	Observações
1	3,40	0,50	2,04	baixa	esquina
2	3,40	1,20	4,08	baixa	
3	3,40	1,60	5,44	baixa	
4	3,50	2,20	7,70	baixa	
5	1,60	1,70	2,72	baixa	ponto descida
6	1,60	1,70	2,72	média	
7	1,80	1,90	3,42	média	
8	1,80	1,90	3,42	média	
9	2,30	1,70	3,91	média	sob passeio
10	2,30	1,79	3,91	média	
11	1,70	1,70	2,89	média	
12	1,70	1,70	2,89	média	
13	1,65	1,50	2,48	média	
14	canal aberto			média	
15	canal aberto			média	
16	canal aberto			média	

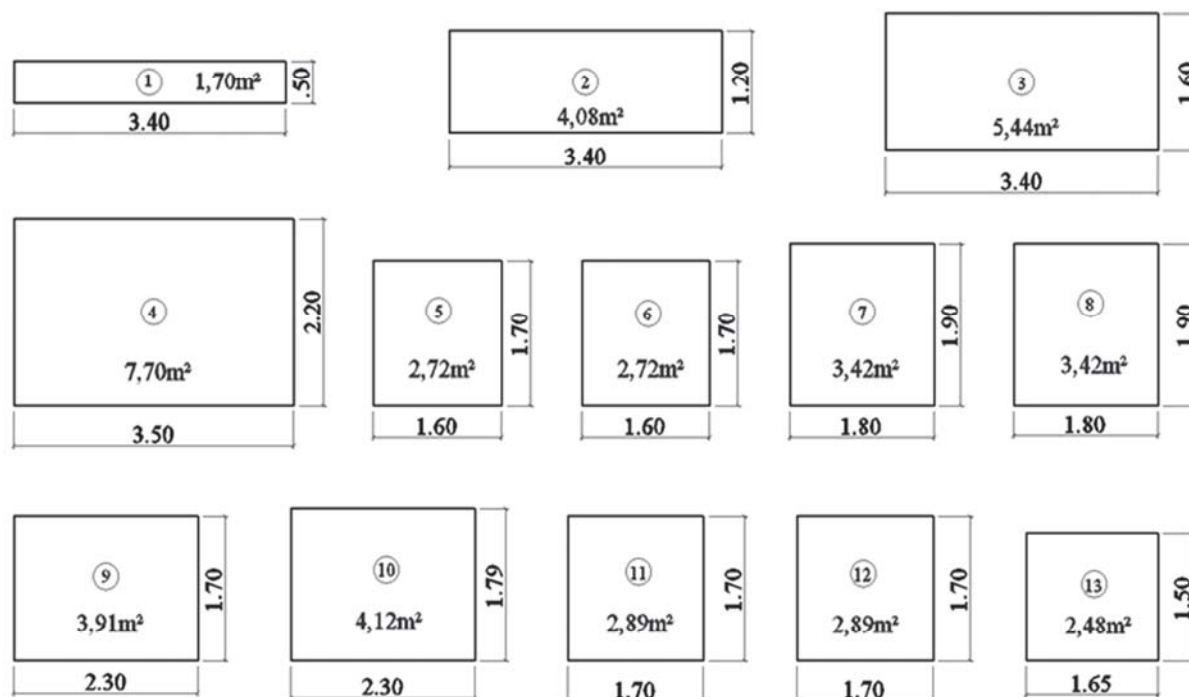
Fonte: Prefeitura Municipal de Tapejara (2012).

Os dados numericamente estão expressos em imagens na figura 54, permitindo a visualização das seções, facilitando a identificação dos pontos críticos do percurso da galeria.

O estrangulamento do trecho inicial da galeria, indica um ponto de redução da capacidade de vazão das águas do Caramirim, comprovado pelo mostrado na figura 55, (a) e (b), cujo canal existe a montante e tem capacidade de escoamento muito maior que a imagem identificada com o número 1, relativo ao ponto 1 definido na vistoria, mostrado na figura 54, e que tem apenas 1,70m² de área de seção.

Os pontos 5 e 6 também podem indicar situações de risco, mas o ponto crítico do atual momento, e que produz alagamentos é o ponto 1.

Figura 54 - Seções transversais da galeria do arroio Caramirim, com a numeração sequencial conforme a tabela 18, e referenciadas no mapa. Desenho em proporções reais, sem escala.



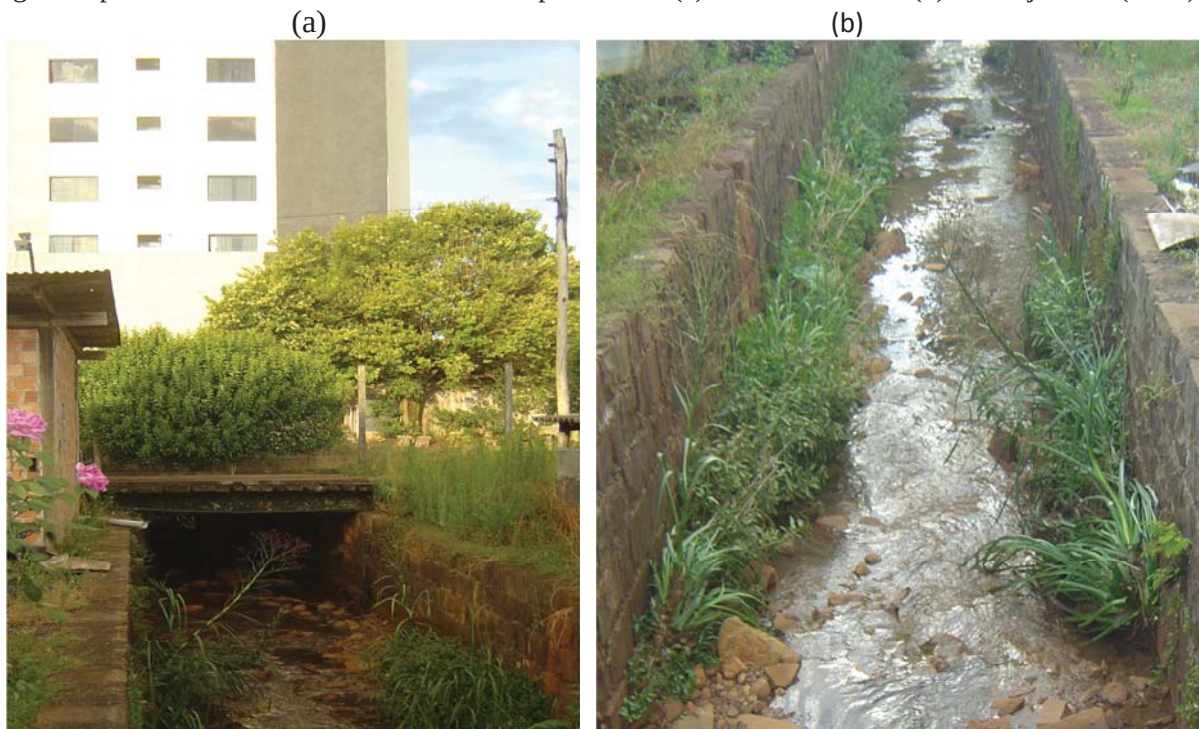
Fonte: do autor.

Os locais onde os arroios cortam a cidade em canais abertos, estes apresentam seções consideradas adequadas, pois não existem relatos de transbordamentos. Estes canais são construídos em pedras de basalto denominadas na época de seu uso frequente como “pedras de alicerce”, e apresentam dimensões próximas de 40 x 40 x 40 cm. São consideradas apropriadas para uso por apresentarem material de alta densidade, resistente à erosão. As pedras são posicionadas com as juntas horizontais alinhadas, e as juntas verticais em amarração, produzindo uma parede em que o peso próprio do material consitui, junto com a amarração, os principais elementos da solidez do conjunto, o que lhe dá ampla vida útil.

A base do leito dos arroios em Tapejara, é formado por afloramentos dos derrames basálticos, o mesmo material das pedras utilizado nas paredes dos canais. Este tipo de leito caracteriza-se por apresentar alta resistência a erosão das águas, bem como dificuldade para produzir o rebaixamento do leito, ou escavações que aumentem a profundidade dos canais ou galerias.

As entrevistas com moradores antigos do local próximo a área alagável produziram comentários de que a existência de rochas basálticas no leito do arroio, dificultou no passado as tentativas de aprofundamento do canal do Caramirim, no trecho desde a rua Independência, até a rua do Comércio, onde o desnível favorece a possibilidade de ser realizado este tipo de intervenção, uniformizando a declividade, e aumentando as seções da galeria.

Figura 55 – Canal do arroio Caramirim no trajeto situado no centro do quarteirão 56, antes de iniciar a galeria próximo do encontro com a Rua Independência. (a) foto a montante; (b) foto a jusante (2012).



Fonte: do autor.

As imagens da figura 55 mostram a progressiva ocupação do território pelas construções sobre os cursos hídricos. A dimensão do canal mostrado é adequada para as vazões de drenagem no momento (2012) e o local não registra transbordamentos. Verifica-se a existência de declividade, sedimentos e vegetação, o que remete à necessidade de gerenciamento do sistema quanto à limpeza e conservação.

Figura 56 - Galeria do arroio Caramirim – ponto1, figura 53- rua Independência esquina com a avenida Sete de Setembro, pista do sentido nordeste-sudoeste. Foto tomada rumo a montante.



Fonte: Prefeitura Municipal (2012).

A imagem do ponto 1 mostra águas represadas, sem correnteza, indicando baixa declividade no leito da galeria favorecendo a sedimentação de material sólido, podendo contribuir para a redução da vazão no local. Percebe-se a existência baixa altura, e de estreitamento comparado ao canal aberto, a montante, e as demais seções à jusante. A passagem de canal para galeria, esta com seção menor que a do canal, significa a possibilidade de obstrução por resíduos sólidos de dimensões ou formas inadequadas, agravada pelo fato da galeria ter baixa declividade em seu trecho inicial.

O ponto 2 no interior da galeria apresenta maior altura que no ponto 1, contudo o represamento das águas consequência da baixa declividade, pouco interfere no aspecto do escoamento, aliado ao fato da existência de sedimentos em nível próximo da face superior da galeria, mostrado no quadrante superior direito da imagem. Os pontos 1 e 2 coincidem com os locais de ocorrência de alagamentos nas cotas máximas.

As figuras 56 e 57 comprovam a reduzida seção da galeria situada no ponto onde ocorrem os alagamentos, que também apresentam baixa declividade. Relatos de moradores durante a pesquisa dizem da ocorrência de fluxo inverso nos bueiros quando da ocorrência das inundações. As bocas de lobo ao invés de captar as águas superficiais servem para fazer brotar as águas trazidas pelo canal do arroio.

O fato demonstra que neste ponto crítico não são as dimensões dos bueiros a causa das enchentes, e sim a baixa seção da galeria e a baixa declividade que o local apresenta. Os prédios existentes se comportam como barreira ao caminho natural das águas.

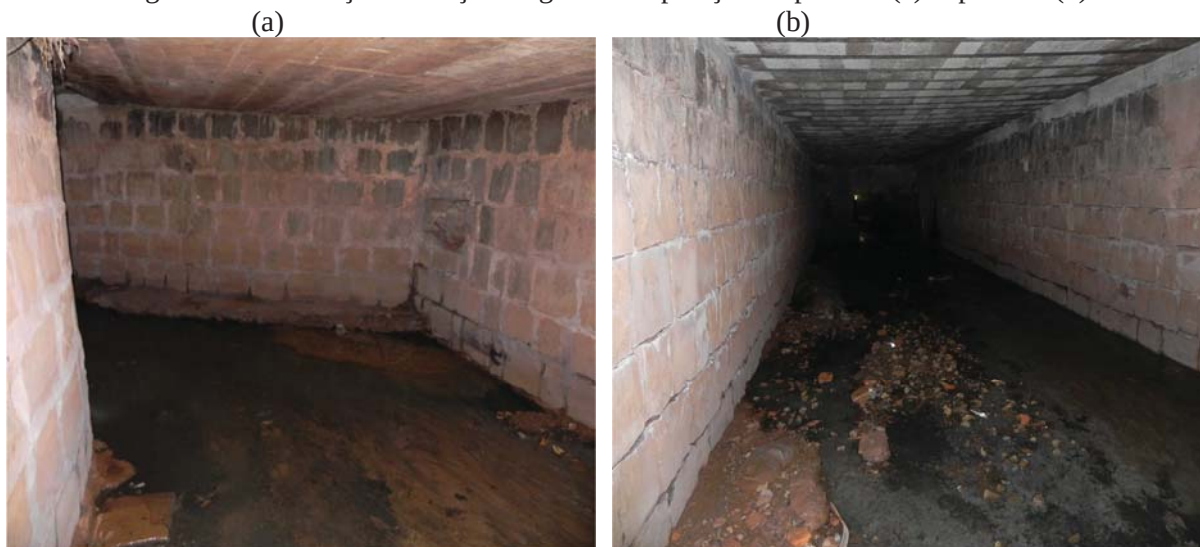
Figura 57 – Galeria do arroio Caramirim – ponto 2 (a) e 3 (b), imagem tomada ao longo do passeio da rua Independência, sentido avenida Sete de Setembro – rua do Comércio.



Fonte: Prefeitura Municipal (2012).

O ponto 3 caracteriza um trecho com baixa declividade e seção com aumento progressivo, pois a laje inclinada que cobre a galeria e serve de base ao passeio, e atende o greide da rua Independência rumo à rua do Comércio, em cota mais alta que a da avenida Sete de Setembro. Este aumento de altura não produz resultados no escoamento das águas, mas auxilia servindo de espaço para compensações das pressões internas produzidas pelas turbulências nos escoamentos críticos.

Figura 58 - Mudança de direção da galeria na posição do ponto 4 (a) e ponto 5 (b).



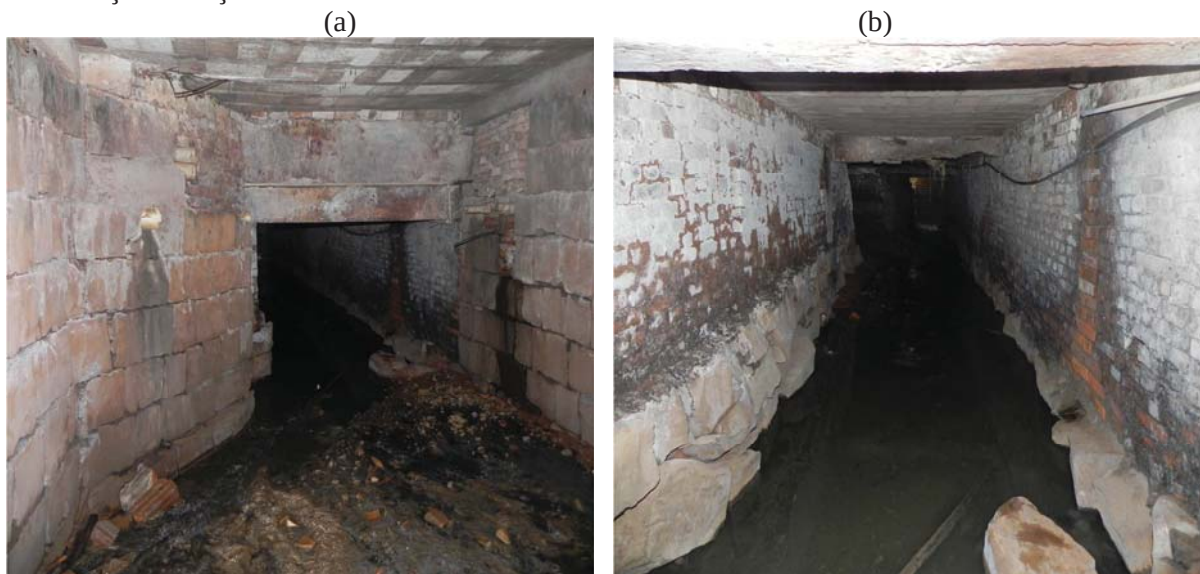
Fonte: Prefeitura Municipal (2012).

Percebe-se nos trechos já mostrados que o processo construtivo envolveu as paredes com alvenaria de pedras de basalto de dimensão próxima de 40 x 40 x 40, material de construção muito utilizado na região principalmente nos anos 60 do século passado, e com uso decrescente até o início dos anos 80, e raro atualmente, visto o elevado custo e difícil trabalhabilidade pelo peso das peças. As lajes de forro são elementos que mostram diferentes momentos de execução do fechamento superior, transformando o canal em galeria. Nos trechos citados é possível perceber o uso de concreto moldado no local e de laje pré moldada com tabelas de concreto.

A presença de material assoreado indica a existência dos efeitos da erosão urbana, sendo possível identificar a presença de materiais com coloração diversa, que em imagem ampliada, sugere ser proveniente de tijolos cerâmicos, possivelmente restos de obras de construção ou de demolição de prédios.

O controle da geração dos sedimentos enquadra-se dentro do gerenciamento de resíduos sólidos, fazendo parte do conjunto de fatores ambientais ligados ao gerenciamento da infraestrutura de drenagem urbana.

Figura 59 - As imagens acima ainda estão no local caracterizado como trecho ou local nº 5. Observa-se a redução da seção transversal.



Fonte: Prefeitura Municipal (2012).

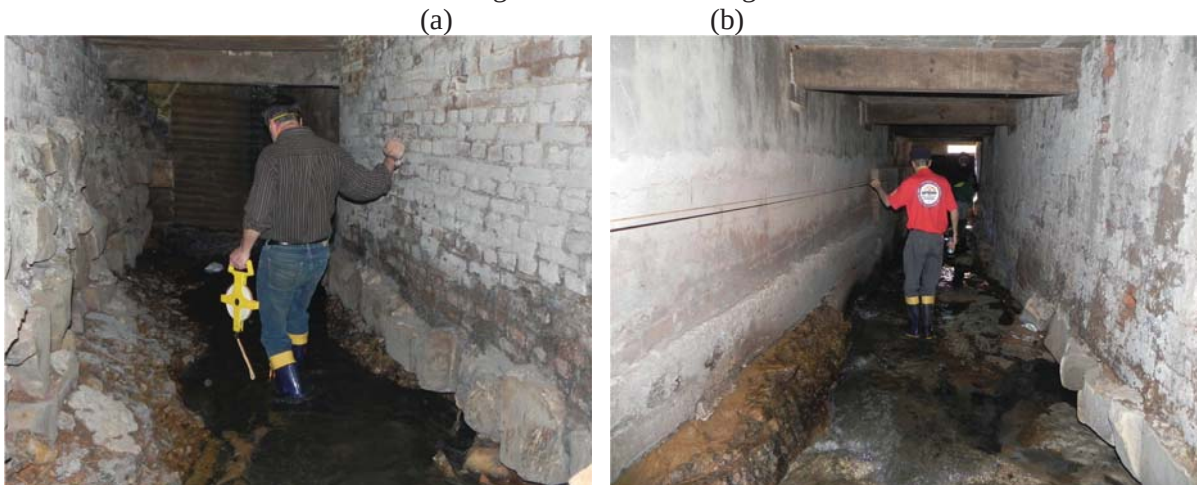
A transição que ocorre neste local identifica diferentes tecnologias e materiais de construção, indicando um dos vários momentos temporais na construção dos canais e galerias que atendem a drenagem pluvial de Tapejara. O trecho a montante, com paredes de pedra, segue a jusante com base em concreto cilópico e paredes em tijolos maciços, para ter a parte superior coberta com laje pré moldada. É possível perceber a existência de processo erosivo na base das paredes laterais da galeria. A presença de uma viga na parte superior ao fundo da imagem (a) sugere a existência de edificação sobre este local, identificado pela equipe de inspeção como o prédio da antiga Mecânica Wolkwagem.

Ao longo do percurso são encontradas tubulações de esgoto predial lançando o esgoto doméstico sem tratamento diretamente nas águas do arroio, como é possível observar na figura 59 (a), no lado esquerdo em altura intermediária, e na figura 59 (b) no lado direito, próximo da laje de forro.

A existência de maciços rochosos próximos da superfície na área central tem sido um fator que impede a construção do sistema fossa séptica e filtro anaeróbico, fator que combinado com a ocupação integral dos lotes pelas construções, inviabiliza por completo quaisquer tentativas de implantar um sistema de tratamento, mesmo que parcial aos efluentes gerados pelas construções de porte da área central.

A figura 60 mostra na imagem (a) um trecho onde ocorreu a erosão do leito do arroio, que recomenda a efetivação de estudos das condições de estabilidade da parede lateral da galeria, pois o processo erosivo crescente poderá implicar em elevados custos caso seja necessário obras de reconstrução.

Figura 60 – Galeria do arroio Caramirim sob o ponto 6, lugar identificado como tendo acima o prédio da antiga mecânica Wolswagem.



Fonte: Prefeitura Municipal (2012).

Neste local a declividade da galeria é maior que nos trechos a montante. É possível visualizar elevada erosão sob a base das paredes laterais. Verifica-se na imagem (a) que em ambos os lados as paredes são em alvenaria de tijolos maciços, enquanto no trecho mostrado na imagem (b) uma das paredes é feita em cortina de concreto, possivelmente feita por ocasião da utilização deste elemento como base da construção sobre o elemento drentante. A mudança de direção em 90^0 que ocorre logo antes provavelmente produzem turbulências que combinadas com o aumento de declividade contribui nos processos erosivos.

O maior obstáculo encontrado ao longo do tempo, para aumentar a seção dos canais e galerias que cortam o centro da cidade está na camada basáltica do leito dos arroios, que sempre dificultou o aprofundamento com as tecnologias disponíveis até então.

Figura 61 – (a) Ponto 8: chegada de tubulações contribuintes junto do passeio da Rua do Comércio; (b) Ponto 11, sob a rua do Comércio.



Fonte: Prefeitura Municipal (2012).

A travessia da rua do Comércio revela os processos construtivos utilizados na década de 1960. O fechamento superior com uso de abóbodas em tijolos maciços demonstra a qualidade da técnica, da mão de obra utilizada e do material, visto que mesmo em presença de constante umidade os tijolos aparentam estar em bom estado de conservação.

A rua do Comércio foi no passado, a principal via de circulação na cidade, posição atual atribuída à avenida Sete de Setembro. As áreas alagáveis constituíram fator importante no retardo da ocupação da avenida.

Figura 62 – (a) e (b) Passagem sob o mercado Super Central, identificado como Ponto 13.



Fonte: Prefeitura Municipal (2012).

O trecho com cobertura em abóbodas apresenta boa declividade e percorre a travessia da rua do Comércio, mais o quarteirão 44 em uma distância próxima de 70 metros em diagonal, até alcançar a rua 15 de Novembro

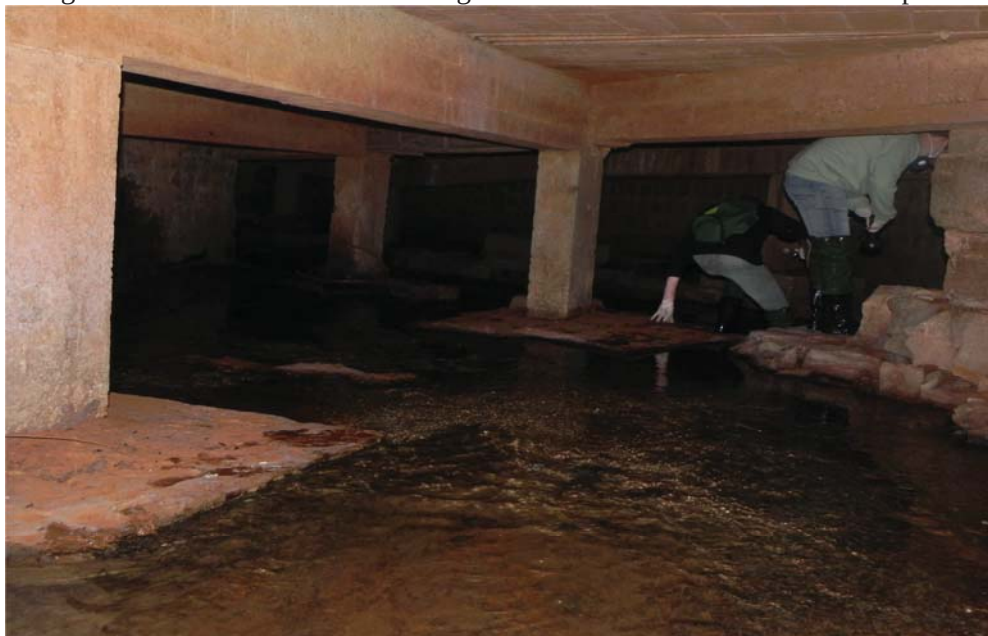
Figura 63 – (a) e (b) Bolsão no encontro das galerias dos arroios Caramirim e Ibirapuitã, sob a rua 15 de Novembro, nos pontos 14 e 15.



Fonte: Prefeitura Municipal(2012).

O encontro das galerias é caracterizado pela presença de estrutura de concreto armado composta por sapatas, pilares, vigas e laje que suporta a pista de rolamento da rua 15 de Novembro. É possível observar erosão sob a sapata figura 63 (b), o que sugere a existência de risco potencial, necessitando de acompanhamento e ações corretivas.

Figura 64 - Bolsão no encontro das galerias dos arroios Caramirim e Ibirapuitã.



Fonte: Prefeitura Municipal (2012).

A figura 64 complementa as anteriores mostrando que no local a largura é maior devido ao encontro dos canais. O aprofundamento do leito é dificultado pela presença de rocha basáltica e a posição da laje foi determinada pelo nível do piso das construções existentes, o que condiciona a galeria a ter sua seção aumentada para as laterais.

A existência de pontos críticos relacionadas com a baixa altura, ou do pé direito interno reduzido na galeria, nas imediações do ponto onde os arroios Caramirim e Ibirapuitã se encontram, tem o agravante de que na rua 15 de Novembro o nível do pavimento térreo das edificações que circundam o local é próximo ao do passeio, tornando as edificações sensíveis à eventual ocorrência de alagamentos quando da ocorrência de chuvas intensas.

Este local no momento presente não apresenta ocorrências de alagamentos com a frequência e consequências presenciadas na esquina da rua Independência com a avenida Sete de Setembro, mas na medida que a cidade crescer e aumentar a ocupação urbana nas bacias dos arroios Caramirim e Ibirapuitã, os riscos serão cada vez maiores.

A poucos metros deste ponto termina a galeria e os arroios unidos seguem por um canal, conforme figura 65.

Figura 65 - Canal que une os arroios Caramirim e Ibirapuitã, após a travessia do centro (2012).



Fonte: do autor.

A união dos arroios prossegue em canal aberto após a travessia da rua Júlio de Castilhos, onde a profundidade é maior e a declividade é mais acentuada. Percebe-se na foto importante processo erosivo na base da parede de pedras basálticas.

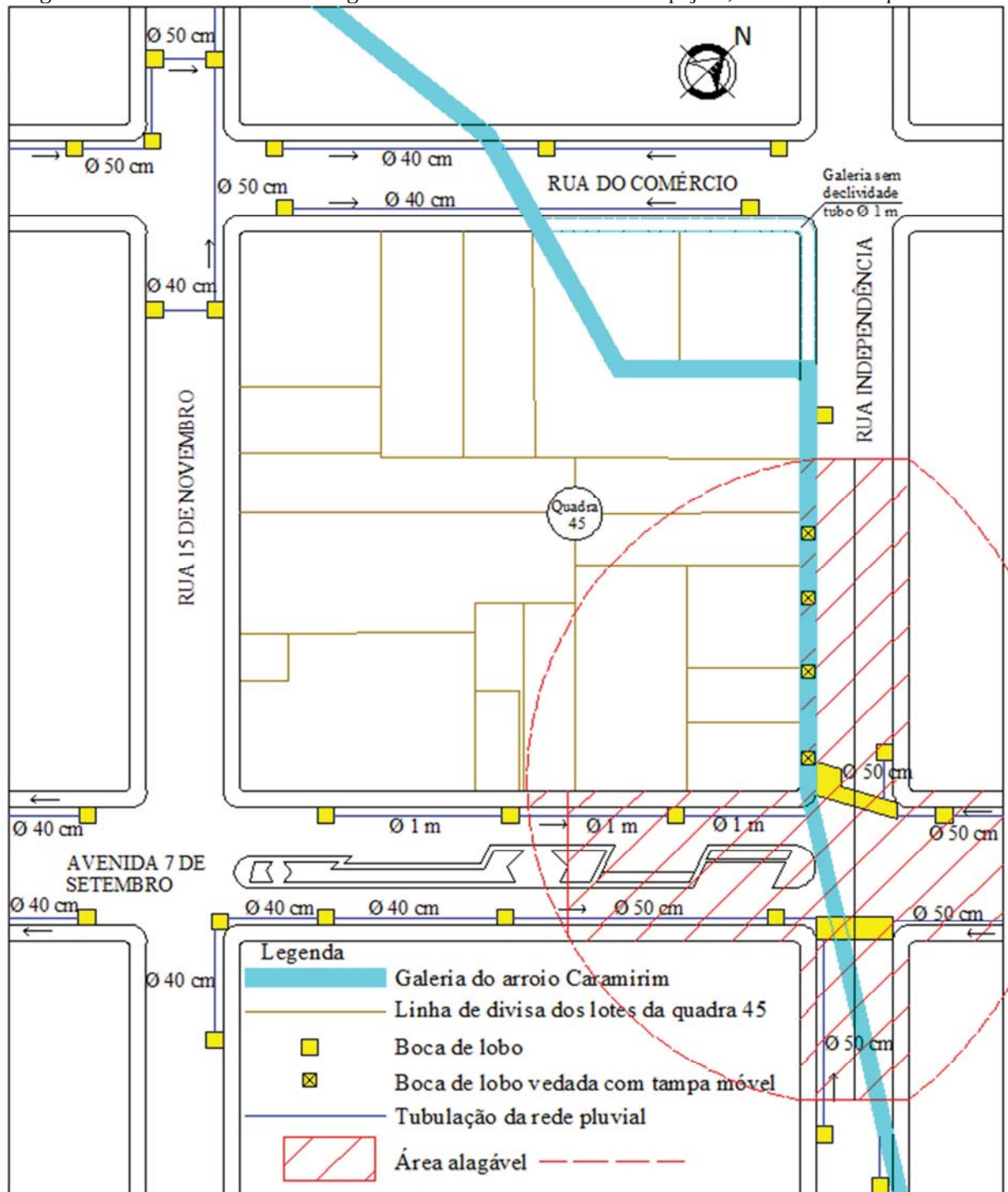
4.6.5 A quadra central e a infraestrutura de drenagem

Todo o sistema de drenagem da cidade de Tapejara é estruturado nas condições consideradas tradicionais, conforme as configurações da infraestrutura possível de ser observada. O sistema de micro drenagem composta pelos cordões, sarjetas e bocas de lobo podem ser considerados eficientes dentro do contexto para os quais foram construídos.

A coleta de dados preliminares permitiu a constatação de que ocorrem alagamentos eventuais em vários pontos da cidade, sendo a maioria de pequena abrangência em termos de área alagada e tempo de duração dos eventos. O destaque é para o cruzamento da Avenida Sete de Setembro com a Rua Independência, este considerado crônico na história da cidade, pois existem relatos de sua existência desde a criação do núcleo urbano. Neste período muitas obras foram realizadas para sua solução, todas com tempo útil relativamente curto devido ao crescimento da população e da área urbanizada.

A quadra central e as proximidades da esquina citada, possui várias bocas de lobo conforme mostradas na figura 66, que servem para a drenagem do local, mas que funcionam como pontos de extravasão das águas do canal arroio Caramirim no ponto onde inicia a galeria, visto que a seção no local não atende ao volume coletado a montante, que se espalha nesta região da cidade.

Figura 66: Infraestrutura de drenagem urbana da área central de Tapejara, no entorno da quadra 45.



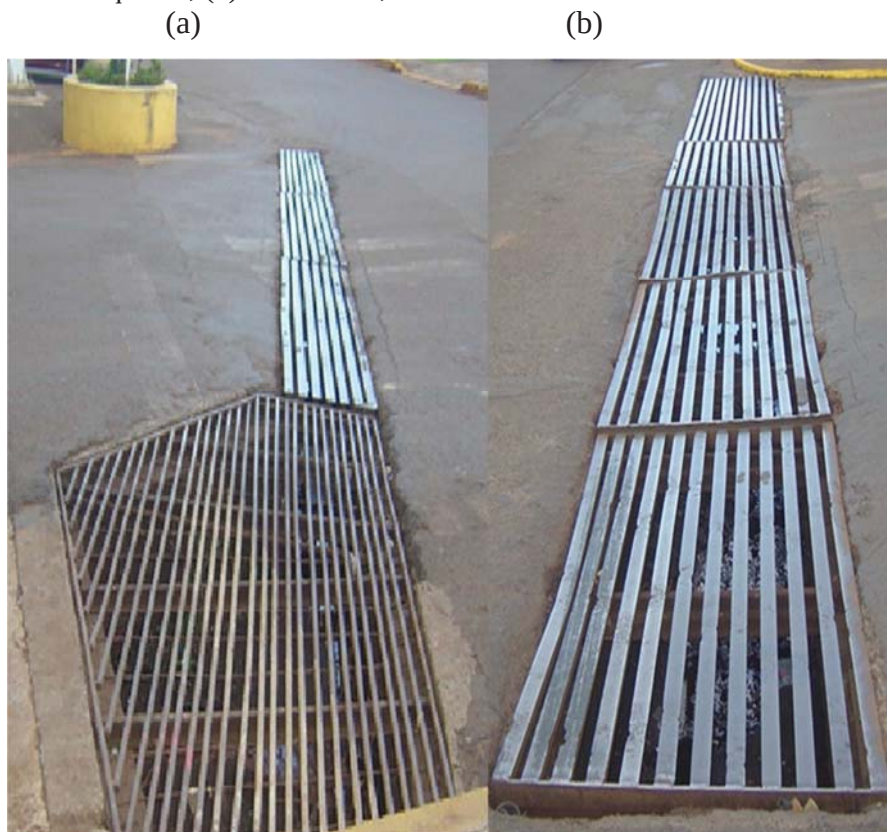
Fonte: do autor.

Os elementos superficiais de drenagem mais visíveis para a população são as bocas de lobo, cuja forma e dimensão na área alagável foge ao padrão predominante em Tapejara e das soluções que a técnica recomenda para este componente construtivo.

A tentativa de compensar o estreitamento da seção da galeria com o aumento da área das bocas de lobo não resulta em solução, pois o núcleo do problema localiza-se na capacidade de vazão do arroio, e não na capacidade de captação das águas superficiais, pois estas já vem sendo captadas nas bocas de lobo localizadas nas sarjetas à montante da área crítica dos alagamentos.

A figura 67 mostra as grelhas de barras de aço localizadas na esquina da avenida Sete de Setembro com a rua independência, cujo comprimento alcança a largura total da rua. Apesar de sua dimensão, não evita a existência de alagamentos no lugar.

Figura 67 - Bocas de lobo na Rua Independência no encontro com a Avenida Sete de Setembro. (a) lado esquerdo; (b) lado direito, considerado o sentido nordeste-sudoeste.



Fonte: do autor (2012).

A figura 68, mostra um dos alagamentos ocorridos em Tapejara, no ano de 2010, e registrados pela Defesa Civil do Município, que mantém cadastro de ocorrências e dos pontos críticos dentro da cidade e na zona rural do município, visando identificar causas e facilitar ações de atendimento aos atingidos por fenômenos naturais.

Figura 68 – área central de Tapejara em momento de inundação.



Fonte: Defesa Civil (2010).

A figura 69 mostra o efeito das inundações do centro nas construções existentes no local, fazendo com que as edificações fossem todas feitas com o pavimento térreo elevado bem acima do nível do passeio.

A forma diferente de construir nesta área da cidade aumenta os custos das obras, dificulta o acesso dos clientes das lojas, dos moradores dos apartamentos localizados nos pavimentos superiores, além de não permitir o atendimento da legislação de acessibilidade a estes locais.

Figura 69 – Construções situadas na área alagável (a) rua Independência, 450 (papelaria); (b) rua Independência 458 (loja VestBem); (c) Av Sete de Setembro s/n (loja 1,99).

(a)

(b)

(c)



Fonte: do autor (2012).

A foto 70, mostra outro momento dos alagamentos no centro de Tapejara, sendo possível identificar o nível das águas nos degraus mostrados na figura 69.

Figura 70 – Alagamento ocorrido em 03 de abril de 2013 por volta de 22:00 horas, atingindo o degrau mais próximo do nível do piso interno da loja VestBem, Rua Independência, 468.



Fonte: Farmabem (2013).

4.7 Percepção dos usuários sobre sistema de drenagem e eventos extremos

A metodologia da Avaliação Pós Ocupação (APO) foi utilizada, com a aplicação do questionário constante no Apêndice D a 30 pessoas que trabalham ou moram no local em um período mínimo de três anos, tempo considerado mínimo para que o depoente tenha observado a ocorrência de alagamentos na área de estudo a ponto de ter opinião formada sobre o assunto. O foco do problema está identificado e ocorre no encontro da Rua Independência com a Avenida Sete de Setembro, local onde existe a menor cota do terreno superficial, para onde convergem as águas superficiais e se encontram as galerias provenientes de duas das bacias hidrográficas: a do Arroio Caramirim e Arroio Ibirapuitã.

A ocorrência de chuvas intensas em curto espaço de tempo faz com que o volume das águas proveniente das bacias hidrográficas pelas galerias dos arroios ocupe toda a seção da galeria, impedindo que as águas superficiais escoem pelas bocas de lobo, produzindo represamento e elevação no nível das águas a partir desta esquina.

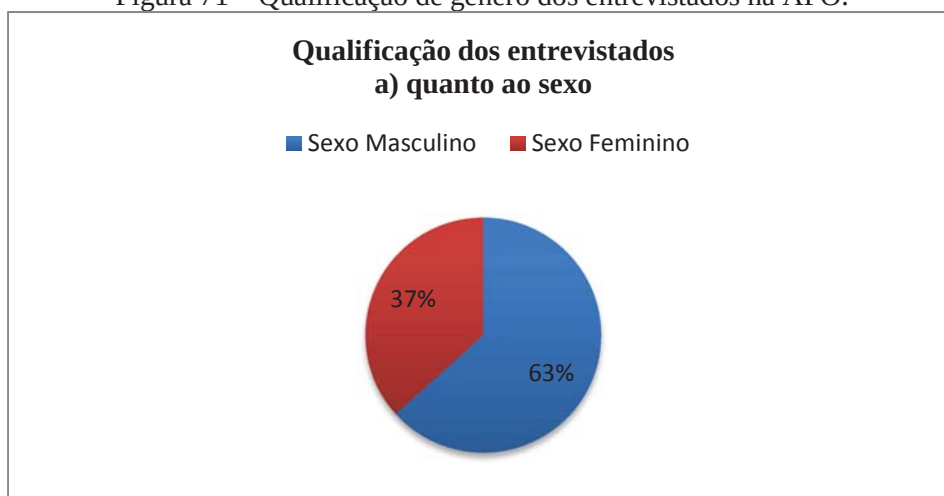
A metodologia de aplicação do questionário tomou moradores e comerciantes a partir deste ponto, seguindo para as quatro direções opostas, incluindo aqueles que mais intensamente tenham assistido a ocorrência dos alagamentos.

Os resultados após a compilação das entrevistas, foram os seguintes:

1. Qualificação dos entrevistados:

a) Quanto ao sexo: São do sexo masculino 19 pessoas (63%) e são do sexo feminino 11 pessoas (39%), conforme ilustrado na figura 71:

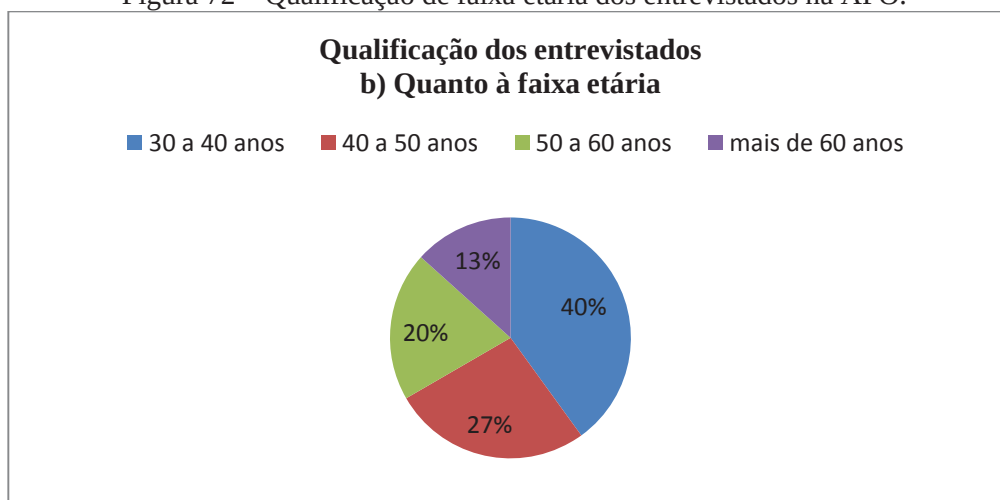
Figura 71 – Qualificação de gênero dos entrevistados na APO.



Fonte: do autor.

b) Quanto à faixa etária, 12 pessoas declararam ter de 30 a 40 anos (40 %); 8 de 40 a 50 (27%), 6 de 50 a 50 (20 %) e 4 mais de 60 (13 %). A figura 72 mostra em gráfico as proporcionalidades etárias dos entrevistados:

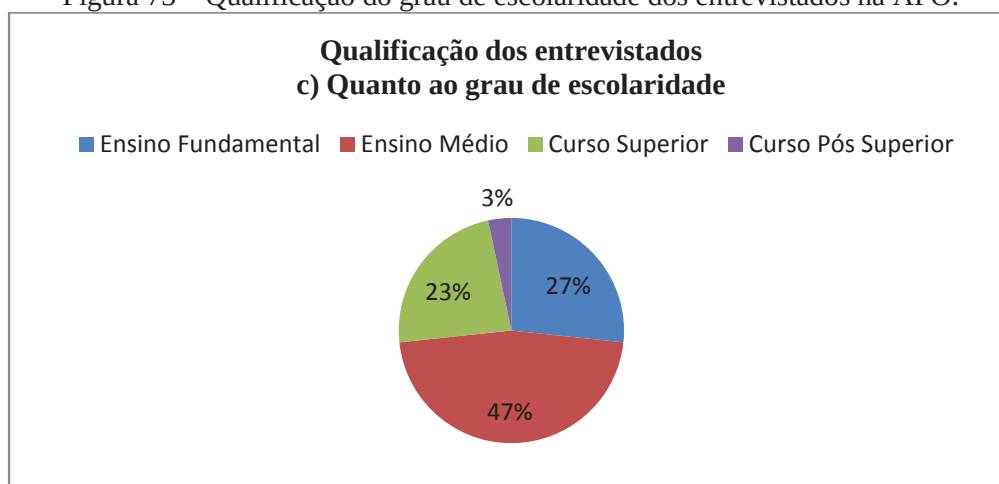
Figura 72 – Qualificação de faixa etária dos entrevistados na APO.



Fonte: do autor.

c) Cursaram o ensino fundamental 8 pessoas (27 %), 14 o ensino médio (47 %), 7 o ensino superior (23 %), e 1 cursos de pós graduação (3 %). O grau de escolaridade aparentou não influenciar o resultado das respostas, pois as perguntas estavam relacionadas à vivência do cotidiano e às experiências de vida no ambiente pesquisado. Algumas pessoas com baixa escolaridade demonstraram alto conhecimento do problema em seus relatos. A figura 73 apresenta em forma de gráfico os resultados deste quesito:

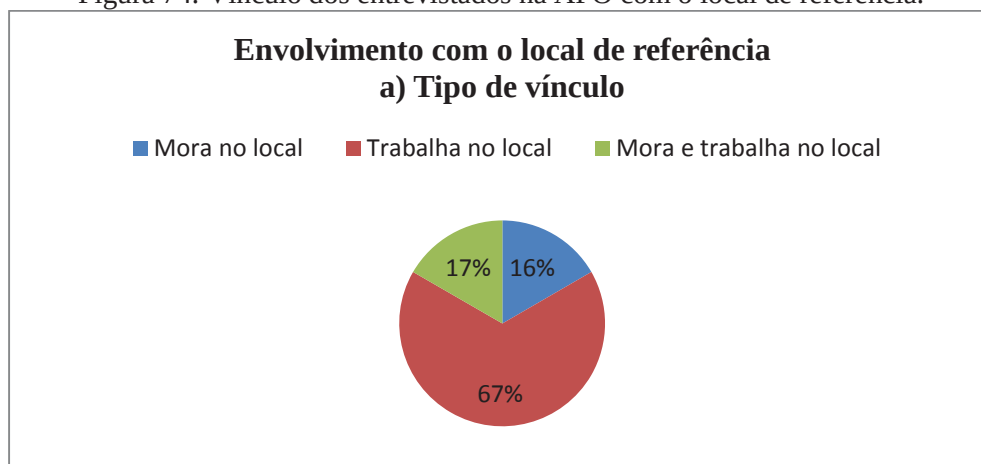
Figura 73 – Qualificação do grau de escolaridade dos entrevistados na APO.



Fonte: do autor.

5. Com relação ao tipo e tempo de envolvimento com o local as respostas totalizaram: O tipo de vínculo de permanência no local indicou que 6 pessoas (16 %) moram no local, 24 (67 %) trabalham e 6 (17 %) moram e trabalham. As pessoas que moram e trabalham são proprietários de lojas que habitam o pavimento superior ou casa anexa ao estabelecimento comercial.

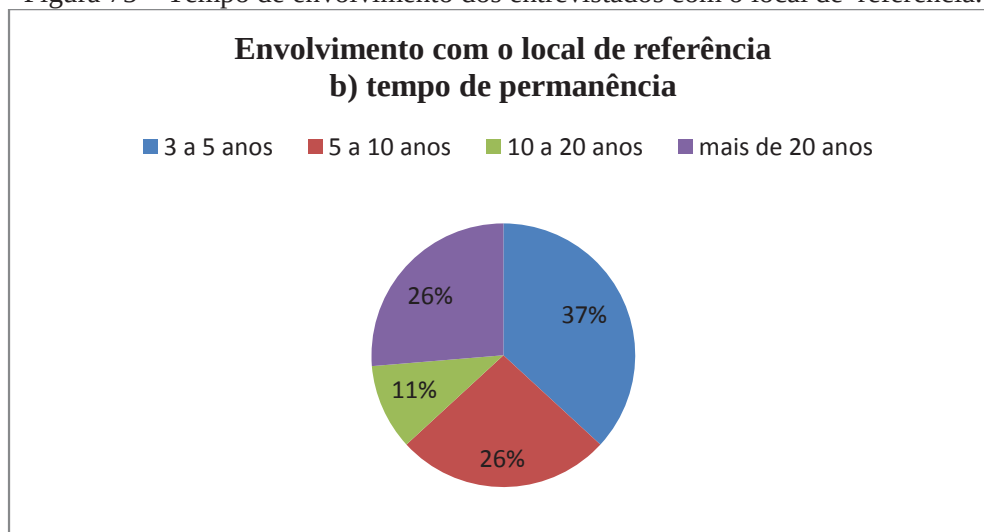
Figura 74: Vínculo dos entrevistados na APO com o local de referência.



Fonte: do autor.

a) Quanto ao tempo de vínculo com o local, as respostas indicaram que 7 entrevistados (35 %) estão de 3 a cinco anos, 5 (26 %) de cinco a dez anos, 2 (11 %) de dez a vinte anos e 5 (26 %) há mais de vinte anos, conforme mostra a figura 75:

Figura 75 – Tempo de envolvimento dos entrevistados com o local de referência.

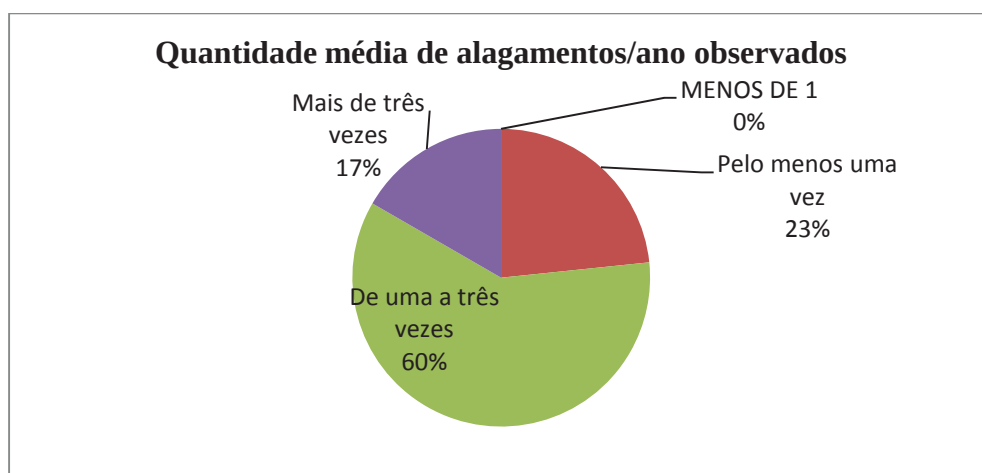


Fonte: do autor.

6. Questionados sobre se haviam observados alagamentos na área, todas as respostas foram positivas (100%).

7. Com relação à percepção de repetência de alagamentos ao ano, as respostas foram: não houveram respostas dizendo que nem todo ano ocorre, 7 pessoas, (23.%) disseram que ocorre pelo menos uma vez, 18 (60 %) até três vezes e 5 (17 %) mais de três vezes. O resultado é mostrado na figura 76:

Figura 76 – Quantidade de eventos de alagamentos observados pelos entrevistados na APO.



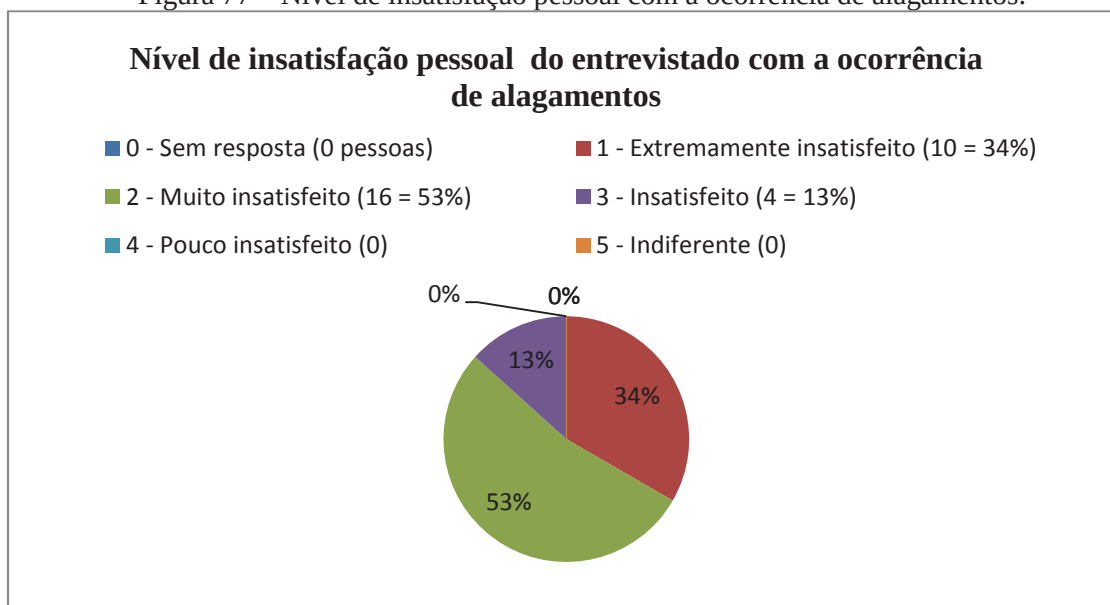
Fonte: do autor.

A variação das respostas a este quesito sugere que nem sempre os eventos são percebidos, ou sua intensidade não parece significativa ao observador. A variação dos níveis do alagamento, ou seja a gravidade do fenômeno em termos de intensidade e tempo de duração pode influenciar a percepção e alterar as respostas. Assim, podemos concluir que todos os entrevistados reconhecem a existência de pelo menos uma grande inundação ocorre, e que inundações, independente do seu grau de intensidade ocorrem até mais de três vezes ao ano.

8. A percepção que o entrevistado tem do desconforto e das perdas que os alagamentos na área central da cidade produzem foi em forma de avaliação atribuindo notas de zero a cinco, sendo zero quando sem opinião, um a quatro de forma qualitativa, sendo a menor nota quanto maior a insatisfação, e cinco para a indiferença quanto ao questionado. A questão foi subdividida em itens específicos a seguir apresentados:

a) Quando perguntados a respeito da percepção quanto ao desconforto pessoal que os alagamentos na região central da cidade lhe causam, as respostas mostraram que todos os entrevistados sentem desconforto com os alagamentos, com 53% muito insatisfeitos, conforme figura 77:

Figura 77 – Nível de insatisfação pessoal com a ocorrência de alagamentos.

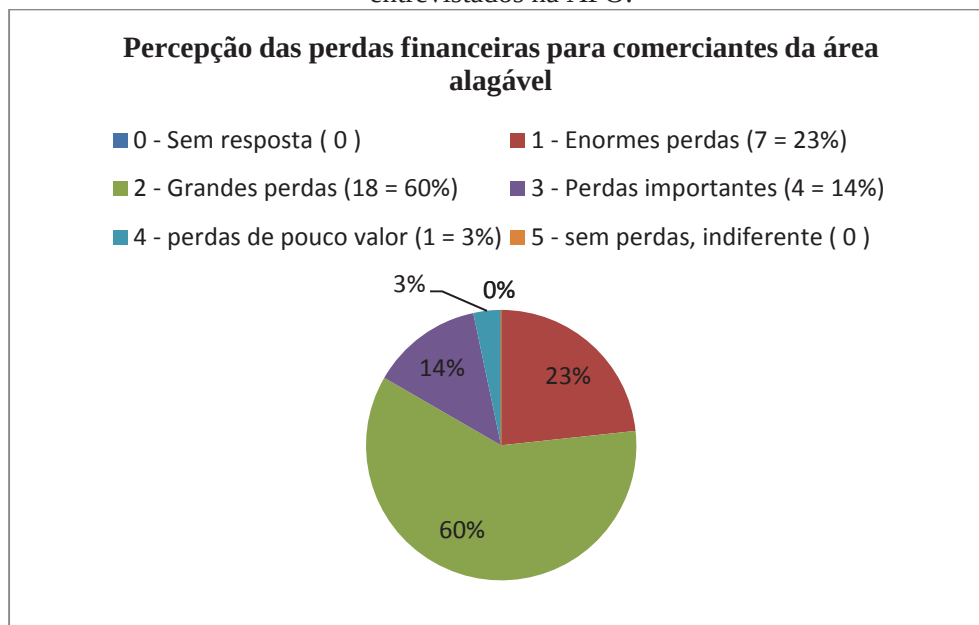


Fonte: do autor.

b) Considerando que os alagamentos produzem perdas diversas como financeiras, tempo dispendido, depreciações e outras, os entrevistados avaliaram a percepção de perdas aplicada à diferentes classes de usuários da área central conforme abaixo exposto:

- Comerciantes da área alagável e entorno: 60% opinaram que comerciantes tem “grandes perdas”, e 23% reconheceram “perdas enormes”, conforme figura 78:

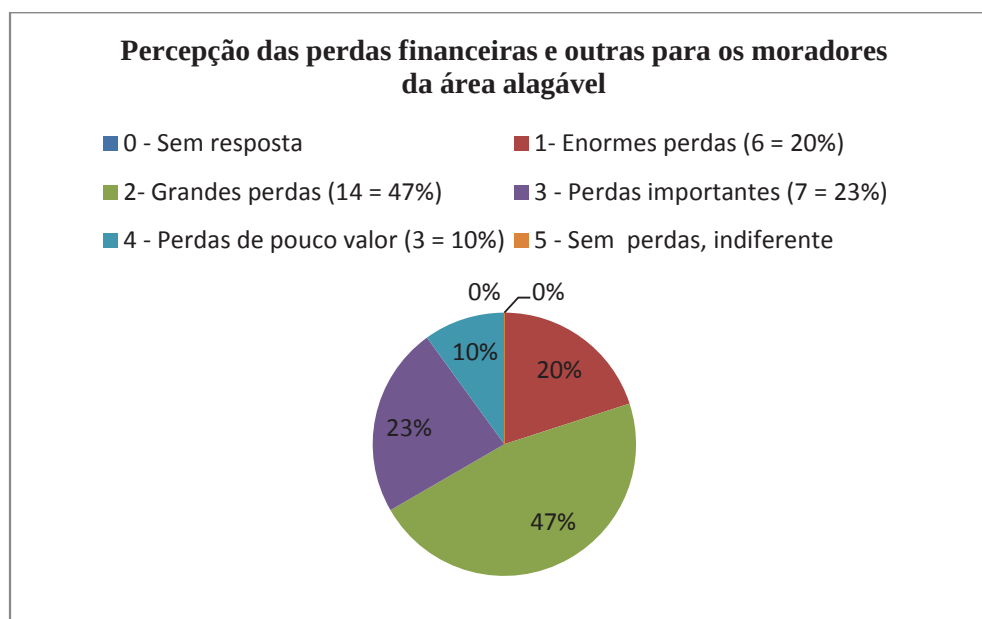
Figura 78 – Percepção de perdas financeiras para comerciantes da área alagável por parte dos entrevistados na APO.



Fonte: do autor.

- Moradores da área e entorno: a avaliação das perdas destes teve avaliação mais moderada, quando comparada à dos comerciantes com 47% para “grandes perdas” e 20% para “enormes perdas”. Houve relatos de menor valoração imobiliária para venda e alugueis residenciais no local. A figura 79 mostra as proporcionalidades das respostas obtidas:

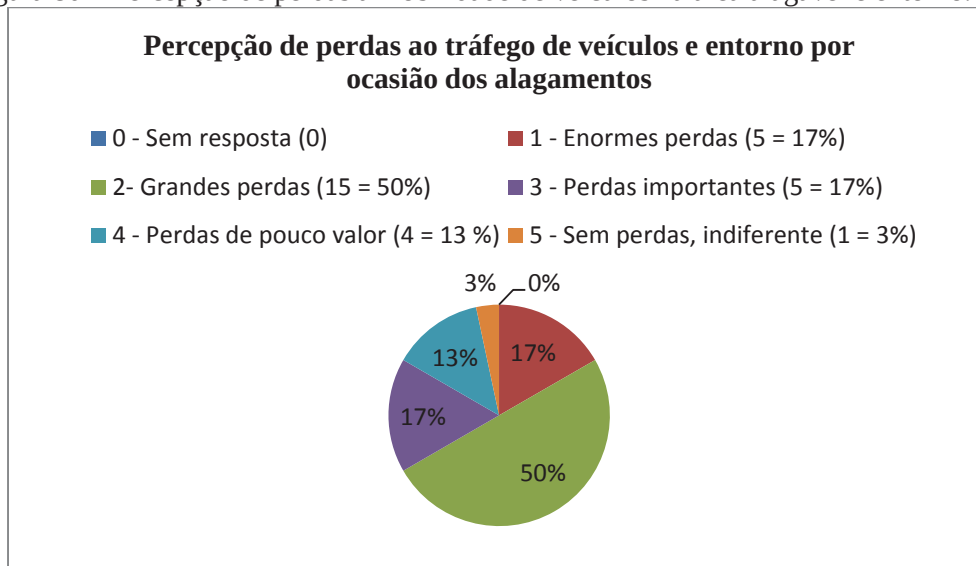
Figura 79 – Percepção de perdas financeiras e outras para os moradores da área alagável



Fonte: do autor.

- Transito de veículos na área e entorno: A descrição dos entrevistados para as cenas dos alagamentos é que o trânsito para, alguns veículos estacionados e outros que arriscam passar acabam tendo danos mecânico de monta e os veículos que passam produzem ondas que atingem lojas e pedestres. A figura 80 ilustra os resultados deste questionamento:

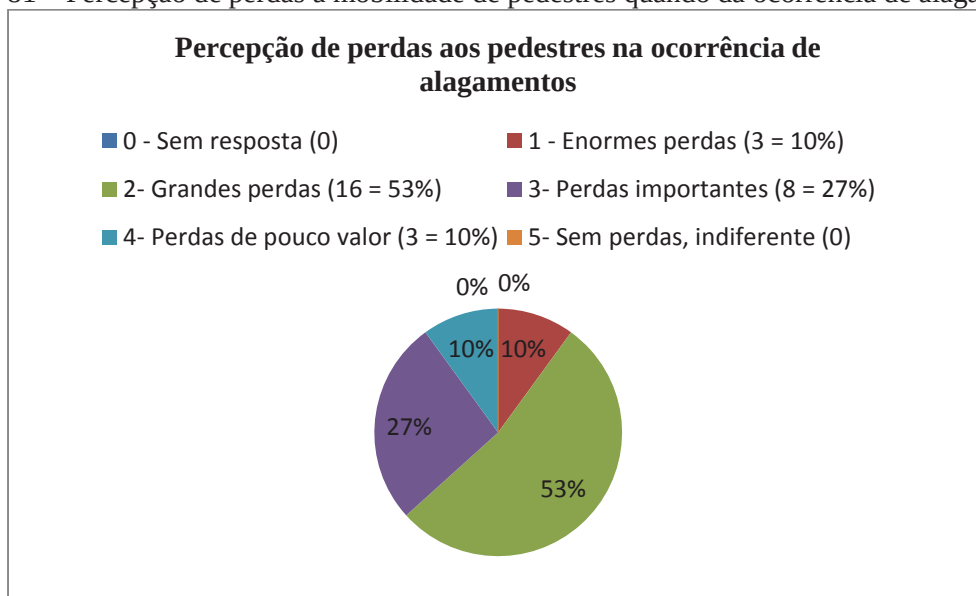
Figura 80 – Percepção de perdas à mobilidade de veículos na área alagável e entorno.



Fonte: do autor.

- Transeuntes da área alagável e entorno: a percepção dos entrevistados é que os transeuntes não tem acesso aos estabelecimentos do local e nem conseguem passar em seus trajetos costumeiros por ocasião dos alagamentos. Aos olhos do pedestre as perdas com este desconforto são “grandes” para 53% dos entrevistados, conforme ilustra a figura 81:

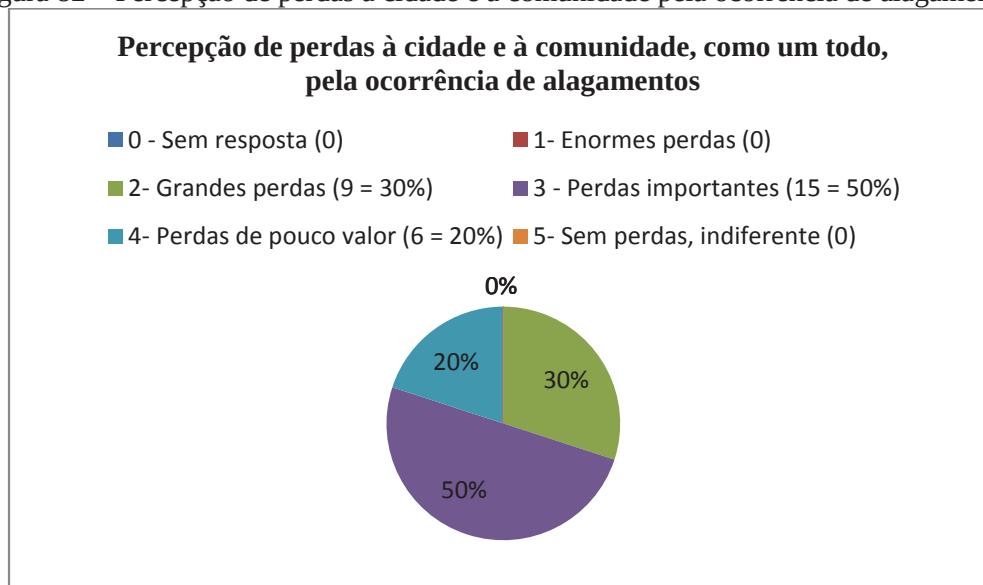
Figura 81 – Percepção de perdas à mobilidade de pedestres quando da ocorrência de alagamentos.



Fonte: do autor.

- A cidade e a comunidade como um todo: as pessoas que responderam ao questionário consideraram que a imagem da cidade fica desgastada aos viajantes em trânsito pela cidade e pelo noticiário local e regional por ser um fato considerado negativo quando visto de forma coletiva, levando 50% dos entrevistados a responder que estes fatores constituem “perdas importantes”, conforme mostra o gráfico da figura 82:

Figura 82 – Percepção de perdas à cidade e à comunidade pela ocorrência de alagamentos.

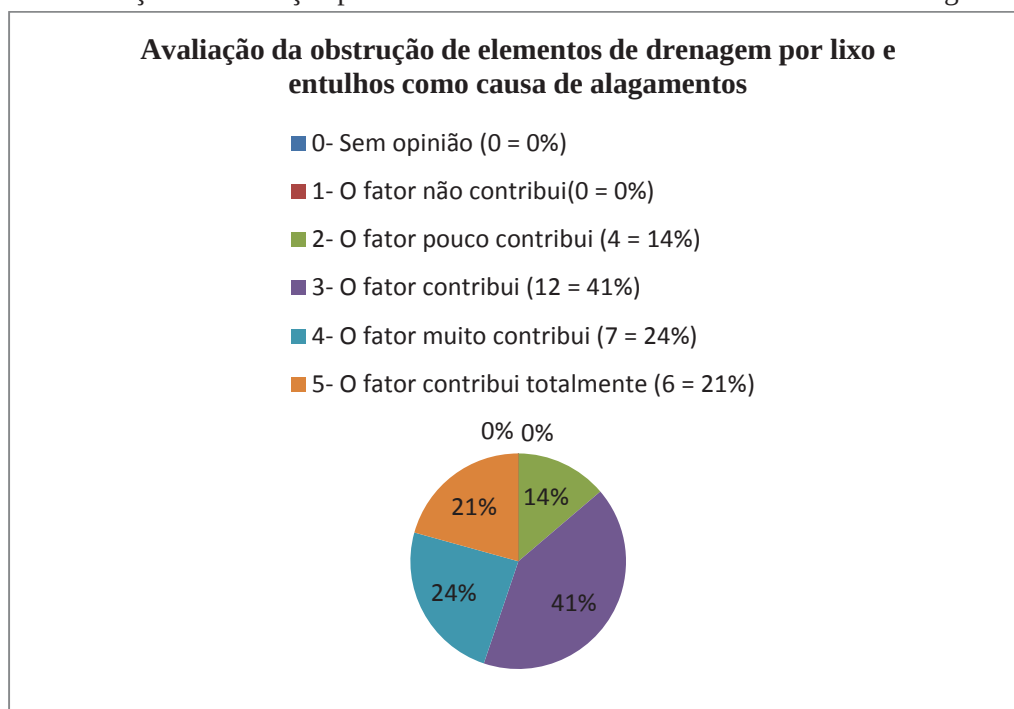


Fonte: do autor.

c) Questionados para fazer a avaliação da infraestrutura de drenagem pluvial urbana da área central da cidade, utilizando os mesmos critérios de pontuação, a pesquisa apresentou sub itens a seguir, nos quais os entrevistados foram inquiridos para atribuir valoração a possíveis causas dos alagamentos que ocorrem, utilizando critério de pontuação em que a nota 0 (zero) era para quando não houvesse opinião formada; 1 na consideração que o fator não contribui; 2 se pouco contribui; 3 se contribui; 4 se muito contribui e 5 se contribui totalmente, os resultados foram os seguintes:

- Para a obstrução do sistema drenante por lixo e entulhos: houve o reconhecimento de que o fator contribui, com 41% das opiniões, tendo a alternativa de que este fator não contribui sem nenhum voto, mostrando que todos de alguma forma vivenciaram a presença de resíduos obstruindo, mesmo que parcialmente o sistema drenante. Vários entrevistados fizeram o relato de que “até um sofá”, além de outros objetos de grande volume teriam sido retirados dos canais antes de obstruírem as galerias. A questão relaciona a forma com que a população trata as questões relacionadas com os resíduos sólidos. A figura 83 mostra os resultados obtidos:

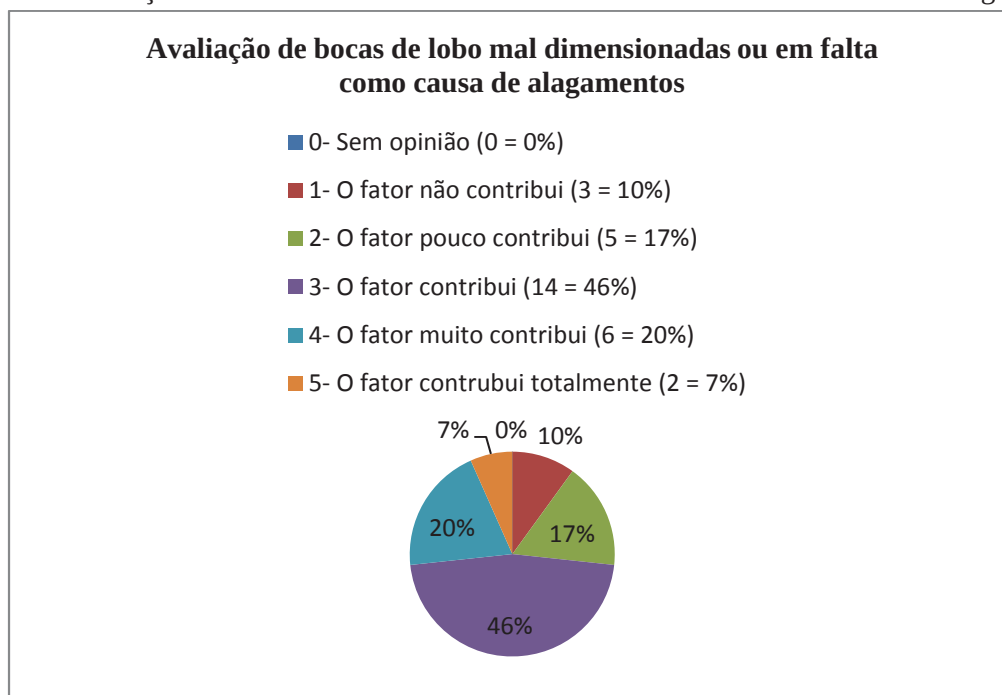
Figura 83 – Avaliação da obstrução por lixo e entulhos como causa de ocorrência de alagamentos.



Fonte: do autor.

- Para bocas de lobo mal dimensionadas ou em falta: os entrevistados opinaram com pontuações em todas as alternativas e com pouca convicção nas respostas. Ao autor este fator não constitui causa, tendo em vista a grande quantidade e as dimensões das bocas de lobo. A figura 84 mostra os resultados obtidos:

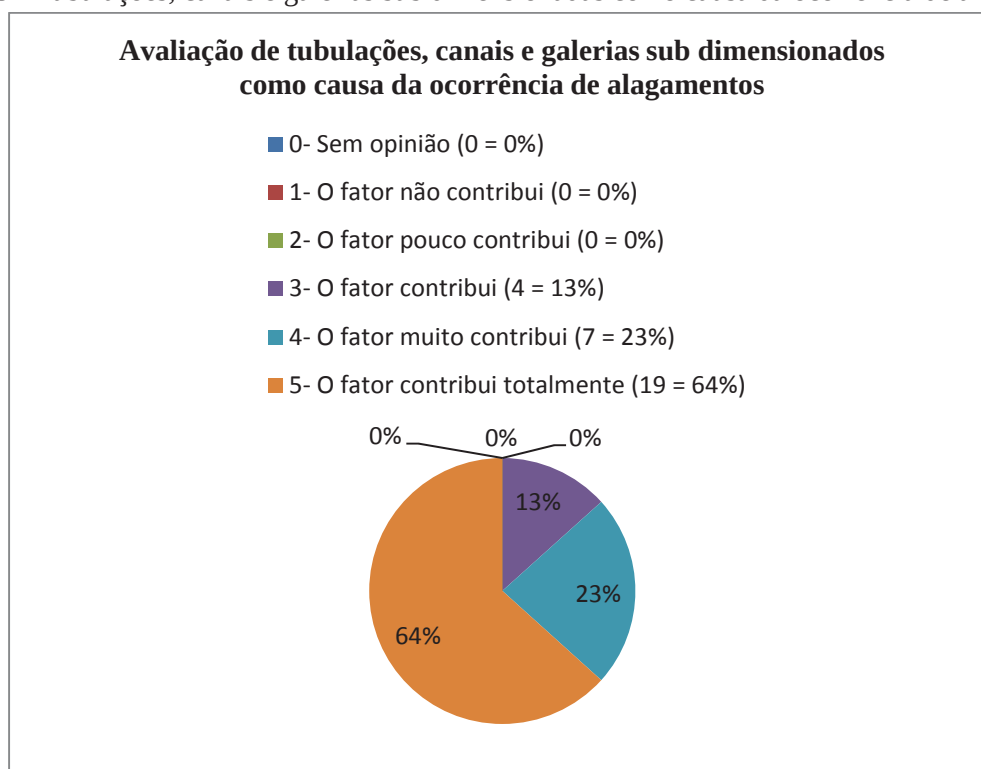
Figura 84 – Avaliação de bocas de lobo mal dimensionadas ou em falta como causa de alagamentos.



Fonte: do autor.

- Tubulações, galerias e canais subdimensionados: a maioria dos entrevistados demonstrou conhecer o principal ponto de estrangulamento do sistema de drenagem no centro de Tapejara. O fato pode ser atribuído às décadas em que o problema existe e das amplas discussões da comunidade a cada evento. Por ocasião das entrevistas muitos extrapolavam à simples resposta dizendo o que conheciam e sabiam sobre o caso. A resposta que este fator “contribui totalmente” foi de 64%, conforme mostrado na figura 85:

Figura 85 – Tubulações, canais e galerias sub dimensionadas como causa da ocorrência de alagamentos



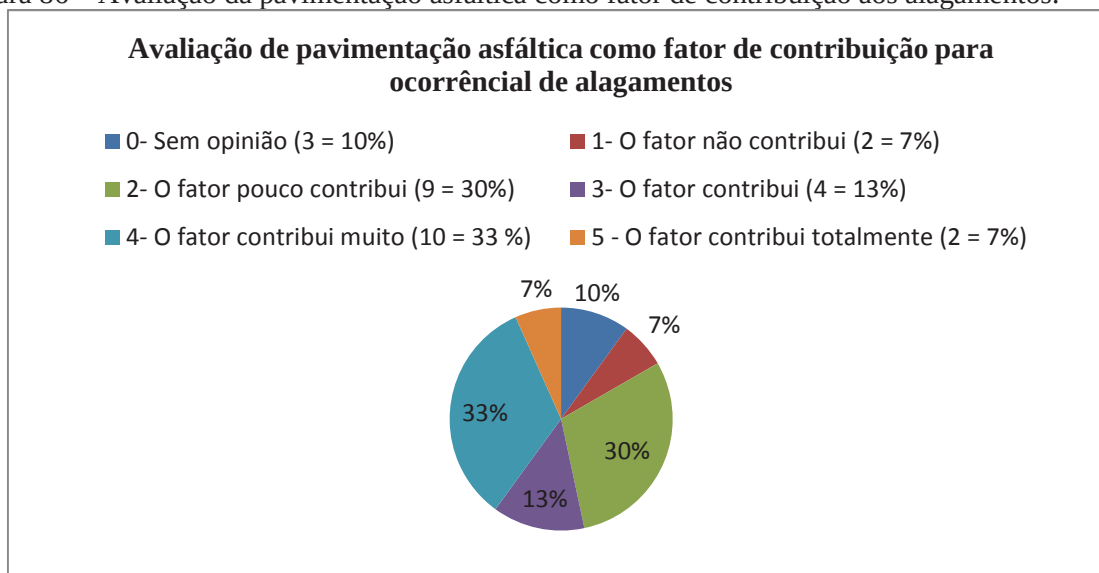
Fonte: do autor.

d) Asfaltamento das ruas: a pavimentação das ruas centrais com material asfáltico é relativamente recente. A associação da implantação deste tipo de pavimento com a ocorrência de um evento de alagamento próximo causou a impressão que este fator contribui. De fato, a pavimentação asfáltica produz maior aceleração no escoamento das águas de chuva e um maior nível de impermeabilidade comparado ao pavimento com paralelepípedos de basalto, situação anterior ao asfaltamento, contudo a contribuição não é relevante, talvez esta seja a razão da diversificação das respostas, com 10% sem opinião sobre o assunto.

A distribuição das respostas em todos os quesitos desta pergunta mostra que aspectos técnicos são pouco difundidos entre a população em geral, que não demonstra compreensão dos efeitos das soluções de infraestrutura adotados em uma cidade. Os resultados de alguns quesitos envolvendo assuntos técnicos podem levar ao questionamento da aplicação da APO

para este tipo de abordagem. A figura 86 mostra as respostas dada pelos entrevistados e que relaciona a pavimentação asfáltica como fator de contribuição para a ocorrência de alagamentos.

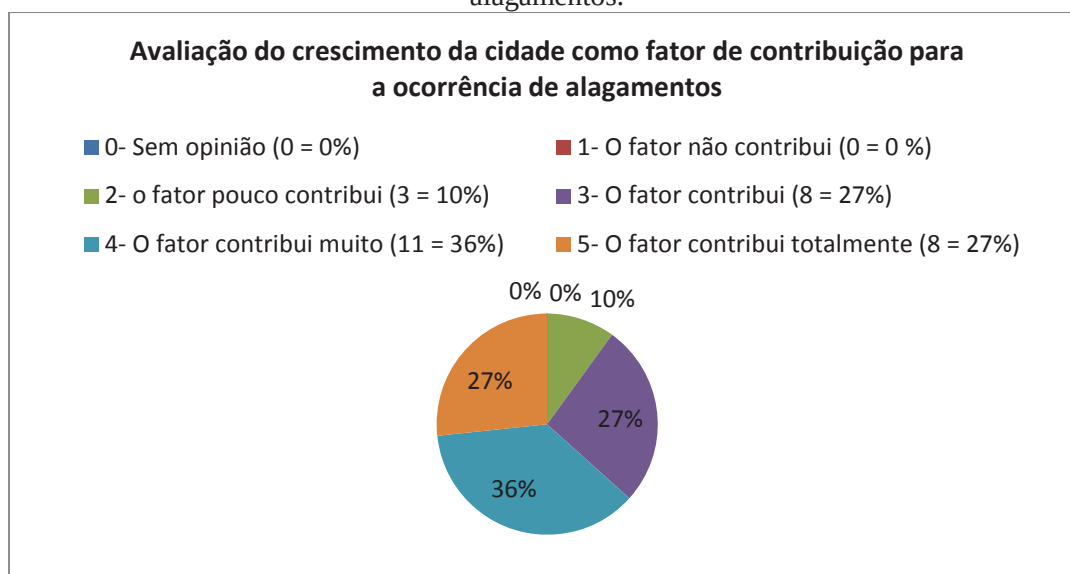
Figura 86 – Avaliação da pavimentação asfáltica como fator de contribuição aos alagamentos.



Fonte: do autor.

e) Crescimento da cidade: este fator relaciona o aumento da área impermeabilizada dentro das bacias hídricas, pois a pavimentação das ruas e passeios, e as áreas ocupadas pelas construções reduzem as áreas de solo permeáveis, direcionando as águas das chuvas diretamente ao sistema de drenagem. 90% dos entrevistados reconheceram que este fator “contribui”, “contribui muito” ou “contribui totalmente”, conforme mostra a figura 87:

Figura 87 – Avaliação do crescimento da cidade como fator de contribuição para a ocorrência de alagamentos.



Fonte: do autor.

As respostas ao item demonstra que os moradores em sua maioria percebem que o fator contribui, contribui muito ou totalmente para a ocorrência dos alagamentos, pois estes itens totalizam 90% das respostas. Somente 10% dos moradores opinaram que o crescimento da cidade pouco contribui.

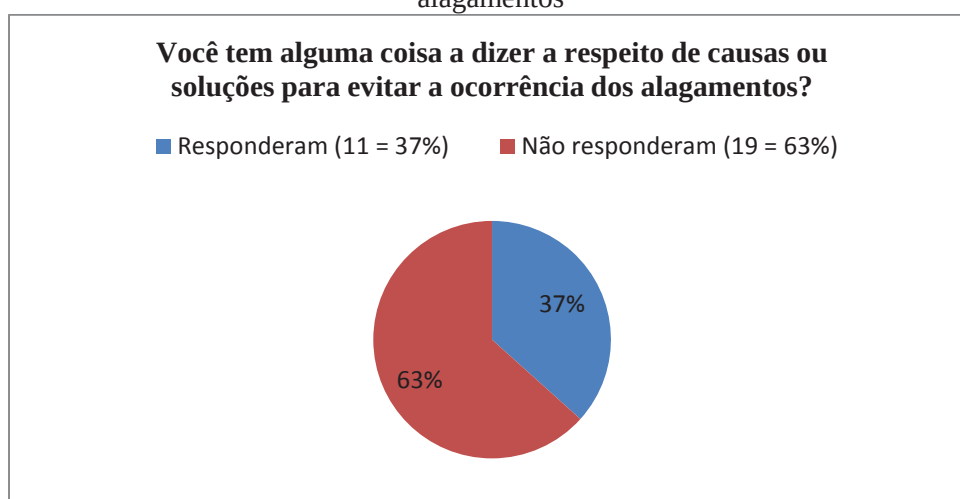
Os alagamentos que ocorrem na área central de Tapejara tem vínculo com o crescimento da cidade, pois por várias vezes as obras feitas nos canais e as galerias amenizaram o problema que tempos mais tarde volta a ocorrer.

A aplicação de técnicas alternativas em áreas não loteadas e medidas compensatórias em áreas já adensadas, auxiliam na manutenção dos níveis de infiltração do solo, e contribuem na redução dos volumes encaminhados aos elementos do sistema de drenagem.

f) Outro fator não citado: Este quesito deixava os depoentes pensativos, mas não houveram respostas que acrescentassem outros fatores lembrados como contribuintes para a ocorrência de alagamentos.

g) Você tem algo a dizer a respeito de causas ou soluções: os entrevistados receberam a oportunidade de expressar opinião dizendo outros fatores não citados na entrevista e que podem contribuir para a ocorrência das inundações na área central da cidade. Não opinaram de 63% dos entrevistados, os quesitos apresentados preencheram o conjunto de situações por eles identificadas. A figura 88 expressa o resultado deste questionamento:

Figura 88 – Número de respostas sobre algo mais a dizer sobre soluções para evitar a ocorrência de alagamentos



Fonte: do autor.

Onze entrevistados, correspondente a 37%, apresentaram opiniões que não consistia em fatores que contribuem para a ocorrência de alagamentos, mas possíveis soluções para o

problema. As respostas foram anotadas e trazidas ao trabalho pela espontaneidade da manifestação e pela vontade de contribuir para a solução das ocorrências.

As respostas demonstraram que as pessoas tem interesse pelo assunto e várias opiniões sobre o que precisa ser feito para a solução definitiva do problema. As respostas em geral são revestidas do empirismo, resultado das conversas em comunidade, em que várias sugestões são feitas a partir de outras conversas sobre o tema.

Alguns entrevistados apresentaram mais de uma proposta, tendo a totalização resultado do número de citações que cada alternativa teve, independente do número de entrevistados, visto que muitos nada declararam.

Apresentamos cada uma das sugestões recebidas e o ponto de vista do autor a respeito das mesmas após o estudo do caso.

- “Fazer todas e quaisquer obras necessárias” (uma resposta, 5% das respostas apresentadas): esta resposta mostra um entrevistado descontente com um sequenciamento de obras consideradas paliativas, e espera por soluções definitivas.

- “Desvio das águas antes de chegar ao centro” (três respostas, 15% das sugestões): esta proposta poderia ser vista como inexequível, contudo é possível fazer verificações específicas em bueiros e bocas de lobo situadas próximas aos divisores de bacias, nas partes altas, buscando redirecionar para outras bacias parte do volume captado pelas bacias dos arroios Caramirim e Ibirapuitã, são estas as bacias que mais contribuem para as ocorrências de alagamentos no centro da cidade.

- “Fazer limpeza periódica do sistema drenante” (três respostas, 15% das sugestões): Esta sugestão pode contribuir com um sistema eficiente de limpeza urbana e coleta de resíduos, fazendo com que a obstrução do sistema não ocorra quando de precipitações intensas. Precisa também de trabalhos na área da educação ambiental, para que a comunidade participe desta tarefa, de forma solidária.

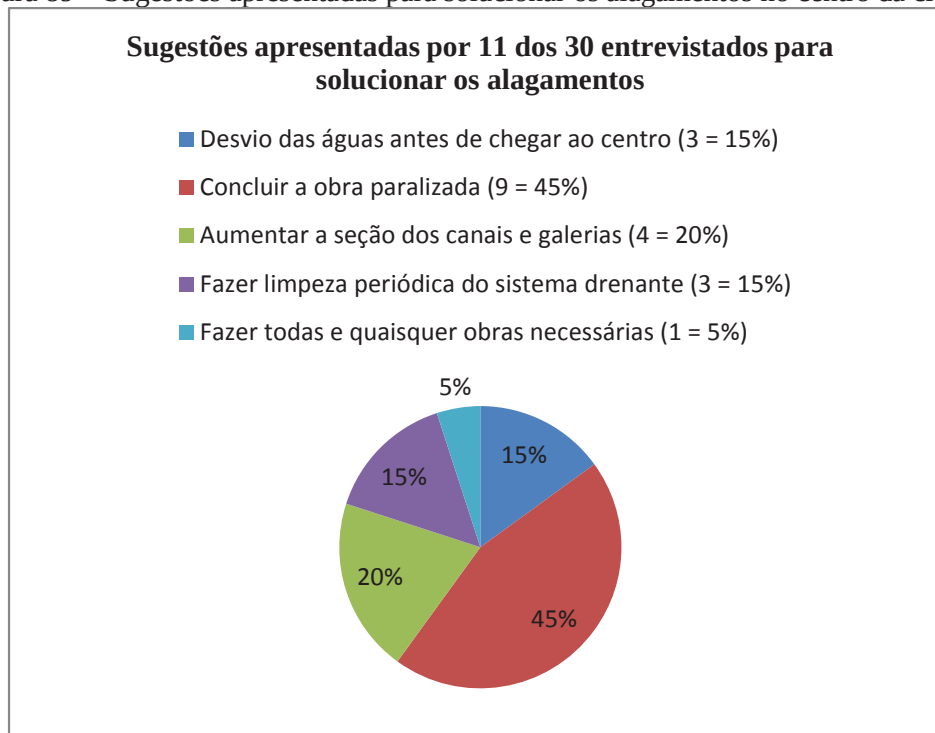
- “Aumentar a seção de canais e galerias” (4 respostas, 20% do total): a sugestão está em linha com o conjunto de medidas a serem tomadas dentro das soluções tradicionais que o caso requer. Importante ressaltar o alto custo e a dificuldade de execução, tendo em vista que o local é o de maior adensamento com altos valores no mercado imobiliário.

- “Concluir a obra paralisada” (9 respostas, representando 45%): os entrevistados fazem referência a um desvio do canal principal na área onde o mesmo tem seção insuficiente para atender os volumes de água drenados. A obra foi paralisada por impasse pois necessita atravessar áreas privadas. Estas pessoas acreditam que a obra irá livrar o centro das enchentes,

com o que o autor concorda em parte. A obra irá reduzir o número de ocorrências, a intensidade e o tempo de alagamento, sem constituir certezas para médio e longo prazo.

A figura 89 mostra as diversas sugestões e seus percentuais:

Figura 89 – Sugestões apresentadas para solucionar os alagamentos no centro da cidade.



Fonte: do autor.

A conclusão a cerca da percepção dos usuários da área central da cidade, moradores e comerciantes entrevistados, aos quais foi aplicada a APO, é que em linha geral não conhecem como é e como funciona a infraestrutura de drenagem urbana.

O diagnóstico feito quanto à sintonia das respostas comparadas com os conceitos e definições técnicas sobre o assunto sugerem a existência de alguns fatores para tal:

- O fato de os componentes de drenagem estarem em sua maioria ocultos sobre o solo constitui uma primeira razão para o relativo desconhecimento da população.
- A necessidade é ocasional, ou seja, os sistemas drenantes só são utilizados em dias de chuva. Havendo chuvas de intensidade normal, o sistema funciona normalmente sem chamar a atenção, e ocultando os grandes volumes nas tubulações e galerias.
- A população só percebe as redes de drenagem quando elas se mostram saturadas, transbordando e ocasionando desconforto ou perdas.
- As pessoas que melhor percebem o contexto das redes pluviais são aquelas mais atingidas quando da ocorrência de alagamentos.

4.8 Análise dos resultados

Os dados coletados mostraram que os referenciais bibliográficos a cerca dos sistemas de drenagem urbana com tecnologias alternativas para cidades de pequeno porte podem e devem ser utilizadas.

Os resultados do estudo do modelo de urbanização mostraram que o adensamento sem controle efetivo, sem fiscalização e moldado por interesses momentâneos e individuais, são diferentes daqueles preconizados por embasamento técnico e de interesse coletivo.

Embora necessário e útil, o interesse econômico individual extrapola os parâmetros desejáveis do interesse coletivo. O exercício do direito de propriedade do solo urbano tem sido objeto de debates entre estudiosos do direito, do urbanismo e dos legisladores, mas sua aplicação na prática esbarra no desconhecimento os avanços da lei pelas pessoas comuns.

A implantação das leis nas pequenas cidades parece ser mais difícil que nas maiores, pois a opinião pública não faz uso do livre exercício da opinião crítica. O fato dos moradores conhecerem não somente as pessoas do lugar, mas suas famílias e suas histórias, os coloca em grau de proximidade e comprometimento com os gestores públicos a ponto de dificultar a crítica mesmo quando em aspectos construtivos, pois pode significar rupturas em relacionamentos.

O uso e trato do solo urbano nestas condições põe em confronto o aparente direito de construir em um lote que foi comprado de boa fé, como por exemplo em um terreno junto ou em cima do curso de um arroio, onde o pensamento vigente ainda é o antigo, onde “tudo pode”, em contraponto às restrições da legislação ambiental vigente. O trabalho mostra os termos da lei municipal, nem tão antiga e por isso ainda não totalmente esquecida onde “cursos d’água poderão ser atulhados sem prévio consentimento do Poder Municipal, podendo, no entanto, ser retificado de forma a melhorar o escoamento das águas e o traçado das vias que o acompanham.”

O inspeção no interior da galeria do arroio Caramirim identificou diversos momentos históricos da legislação vigente, com seus respectivos processos e métodos construtivos e usos de materiais de construção de diferente épocas: trechos construídos com tijolos maciços com fechamento em abóboda, em um tempo em que confinar cursos d’água e construir em cima deles era “natural” e legal, solução certamente adotada em outras cidades; trechos com fechamento superior em laje de concreto maciço; trechos com fechamento superior com laje pré moldada; trechos com paredes de basalto e outros em concreto.

4.9 Diagnósticos dos problemas de drenagem urbana identificados em Tapejara

O estudo de caso para a aplicabilidade do uso de tecnologias alternativas de drenagem urbana aplicável às cidades de pequeno porte, demonstrou ser necessário a utilização destas tecnologia pelos fundamentos teóricos em cidades com semelhantes formas de urbanização às encontradas em Tapejara, cidade de pequeno porte em rápido crescimento.

Este trabalho permite elencar a identificação dos seguintes fatos:

a) Alagamentos na área central: problema crônico, onde as soluções adotadas apresentaram tempo de duração relativamente curto, por utilizarem repetidas vezes os métodos convencionais, desconsiderando o crescimento da cidade. Aumentar a seção do canal no trecho crítico, visto ser esta a principal causa de alagamentos.

b) Alagamentos a montante da ponte próxima ao Parque de Rodeios: o vão de drenagem sob a ponte é insuficiente para o volume das águas em intensas chuvas. O local reúne as águas dos arroios Caramirim, Paramirim, Ibirapuitã e Sem Nome.

c) Canais e galerias: proceder a reparos e manutenção nos locais com erosão junto à base das paredes laterais, para eliminar a possibilidade de colapso da estrutura, cujas consequências podem produzir perdas expressivas.

d) Departamento de Engenharia da Prefeitura Municipal: reforçar o contingente, para fazer frente aos desafios de todas as redes de infraestrutura do Município, de forma a permitir o uso de novas tecnologias, com aprofundamento dos estudos técnicos em cada caso.

e) Programas de conscientização e ações ecológicas, buscando melhorar as questões relativas à coleta e destinação de resíduos, aumento da arborização urbana e cuidados com a água e o meio ambiente.

4.10 Atualização de valores comparativos de custos para os sistemas drenantes

Os parâmetros de custos da revisão bibliográfica, apresentados por Moura (2004) podem ser traduzidos ao momento presente utilizando parâmetros de correção de valores, a partir dos índices de reajustamento de preços da civil. Esta forma simplificada será feita visto não ser objetivo deste trabalho o levantamento detalhado de custos.

Além dos valores, Moura (2004) apresenta dados de vida útil dos equipamentos, cuja análise comparativa nos mostra as soluções consideradas convencionais tem via de regra um

período maior que grande parte dos elementos considerados alternativos, sem que isto seja uma exclusividade, pois sistemas como as bacias de detenção, os micro reservatórios de lote tem a mesma expectativa de tempo quanto a durabilidade. Além deste indicativo de viabilidade, o quadro de custos apresentados a seguir mostra a viabilidade financeira dos sistemas alternativos.

Tabela 20 – Comparativo de vida útil de alguns elementos da infraestrutura de drenagem urbana.

Comparativo de vida útil de componentes de drenagem urbana					
Estrutura	Vida útil (bibliografia)	Vida útil	Estrutura	Vida útil (bibliografia)	Vida útil
Redes tubulares	-	30 anos	Pavimentos de CBQU	-	15 anos
Galerias	-	30 anos	Pavimentos de concreto permeável	10 - 25 anos	15 anos
Canal revestido em concreto	-	30 anos	Pavimentos de asfalto permeável	10 - 25 anos	15 anos
Canal com revestimento vegetal	-	30 anos	Pavimentos de blocos vazados	-	15 anos
Bacias de detenção gramadas	10 - 15 anos	15 anos	Pavimentos intertravados	-	15 anos
Bacias de detenção em concreto	30 anos	30 anos	Poços	-	15 anos
Bacias de detenção enterradas	-	30 anos	Trincheiras	5 - 15 anos	10 anos
Bacias de infiltração	5 a 10 anos	10 anos	Valas e valetas	15 anos	15 anos
Micro reservatórios de lote		30 anos	Valas e valetas com canaletas	15 anos	15 anos

Fonte: (Moura 2004).

As unidades de custos foram apresentadas em Reais e o trabalho referenciado feito na Universidade Federal de Minas Gerais, para a realidade de preços da região metropolitana de Belo Horizonte. Diante disso serão tomados os valores do CUB fornecido pelo Sinduscon do Estado de Minas Gerais, para o mês de maio de 2004, e para o mês de abril de 2013.

Os mesmos meses de referência são usados para o INCC (índice nacional da construção civil), elaborado pela Instituto Brasileiro de Economia, da Fundação Getúlio Vargas.

Os índices para o estado do Rio Grande do Sul não serão tomados, visto que no período de atualização, ou seja, de 2004 a 20013, a NBR 12.721 da ABNT mudou sua metodologia e o Sinduscon-RS deixou de publicar os índices na mesma formatação normativa. Pelo padrão da NBR 12.721/99 o dado divulgado era o CUB médio, e pela NBR 12.721/06 os dados são divulgados pela tipificação da obra normatizada.

As obras de drenagem não constam da tipificação da NBR 12.721, que engloba somente construções prediais. Das edificações listadas, a que melhor se assemelha às obras de drenagem são as de um galpão industrial, por ter componentes construtivos com materiais básicos, sem os acabamentos residenciais de alto padrão. Por esta razão será utilizada a variação deste padrão de obra.

O INCC, fornecido pela Fundação Getúlio Vargas, é definido como indexador em muitos contratos de obras públicas, estas com características mais variadas.

O SINAPI, Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, medido pelo IBGE e adotado oficialmente para referenciar preços em processos licitatórios e nas políticas habitacionais do país, também terá seus preços tomados em maio de 2004 e em abril de 2013, buscando aferir sua variação. Os três índices serão tomados para os meses descritos estão indicados e comparados no quadro a seguir.

Tabela 21 - Variação de índices entre maio de 2004 e abril de 2013

Data	CUB MG	INCC (FGV)	SINAPI (IBGE)
Maio 2004	312,62	1.157,4012	469,96
Abril 2013	565,94	1.859,1113	870,97
Variação %	81,03	60,63	85,33
Valor médio de variação no período: 75,66%			

A aplicação do reajustamento de 75,66% aos valores da tabela referenciada, permite a visualização em valores corrigidos, conforme quadro abaixo:

Tabela 22 - Valores unitários e vida útil dos sistemas drenantes

Custo comparativo de implantação manutenção e operação de componentes de drenagem urbana				
Adaptado de Moura (2004: 86) com atualização dos valores para maio 2013				
Estrutura	Custo de Implantação (R\$)	Custo de implantação (bibliografia) R\$	Custo de operação e manutenção (R\$/ano)	Custo de operação e manutenção (R\$/ano) Bibliografia
Redes tubulares	variável		253,92 / m	-
Galerias	variável		74,43 / m + 0,60 m2	-
Canal revestido em concreto	222,33 / m2/m		5,43 / m2	-
Canal com revestimento vegetal	49,54 / m2/m		3,20 / m2	-
Bacias de detenção gramadas	50,79 / m3	88,00 - 352,00 / m3	335,00 / ha + 22,05 / m3	2,81 - 10,36 / m3
Bacias de detenção em concreto	62,69 / m3	61,48 - 474,28 / m3	335,00 / ha + 21,24 / m3	19,32 / m3
Bacias de detenção enterradas	210,14 / m3	1.176,92 - 1.229,62 / m3	335,00 / ha + 38,94 + 1,64 / m3	7,73 / m3
Bacias de infiltração	40,40 / m3	649,94 / m3	18,74 / m3	17,57 - 65,00 / m3
Micro reservatórios de lote	222,33 / m3		8,94 / m3	-
Pavimentos de CBQU	0,00 / m2	-	0,00 / m2	-
Pavimentos de concreto permeável	46,39 / m2	158,10 - 175,66 / m2	2,53 / m2	0,18 - 1,58 / m2
Pavimentos de asfalto permeável	34,03 / m2	158,10 - 175,66 / m2	1,30 / m2	0,18 - 1,58 / m2
Pavimentos de blocos vazados	61,50 / m2	158,10 - 175,66 / m2	3,45 / m2	-
Pavimentos intertravados	20,63 / m2		7,36 / m2	-
Poços	204,43 / m3	702,64 / m3	21,65 / unidade	0,53 / m3
Trincheiras	93,49 / m	109,61 - 411,05 / m	28,14 / m	-
Valas e valetas	92,77 / m	130,00 / m	18,25 / m	6,50 - 9,14 / m
Valas e valetas com canaletas	121,61 / m	-	18,25 / m	-

Fonte: Adaptado de Moura (2004).

O quadro nos mostra que o custo de um canal gramado é próximo de 20% do custo de um canal revestido de concreto com o mesmo tempo de vida útil. Há de ser considerado que o canal com revestimento vegetal proporciona integração paisagística como mostrado na figura 3, embelezando a cidade.

As trincheiras também se destacam na relação custo/benefício/vida útil. As bacias de retenção gramadas são componentes interessantes quando o objetivo é compor áreas de interesse paisagístico com a infraestrutura de drenagem urbana, e com um benefício efetivo na contenção das precipitações elevadas em períodos curtos de tempo.

4.11 Recomendações para manutenção dos recursos hídricos e uso de sistemas drenantes alternativos aplicáveis à Tapejara

Os dispositivos considerados alternativos tem aplicabilidade na cidade de Tapejara, com recomendação de uso para situações diversas, com seus possíveis locais de aplicabilidade. O dimensionamento de cada elemento sugerido deverá ser feito por técnico na área, baseando-se nos índices de precipitações registrados no município, nas vazões prováveis, nos tempos de retenção considerados adequados, nos índices de infiltração do solo local e de acordo com bibliografia técnica.

a) Canalizações centralizadas à céu aberto: devem serem mantidos todas as linhas de percursos de correntes superficiais de água, desde suas nascentes onde ainda não ocorreram intervenções, conforme determina a legislação. Nos ambientes onde houveram intervenções com possibilidades de reversão, deverão ser feitos os necessários tratamentos das áreas degradadas, visando restituir as condições do meio natural.

b) As áreas à jusante da área adensada deve merecer atenção, com educação ambiental aos proprietários das áreas junto aos arroios de forma a evitar agressões ao meio ambiente e de penalidades impostas pela lei.

c) Bacias ou reservatório de retenção: dispositivos que se popularizaram como “piscinões” são adequados para o projeto de um parque municipal com um amplo lago e tratamento paisagístico que sirva para lazer, prática de esportes e outras atividades que promovam a qualidade de vida. Neste local, o lago teria lastro para retenções de volumes expressivos de precipitações para conter o excesso de água em chuvas intensas. Esta proposta deve ser avaliada com prioridade para a bacia do arroio Caramirim, e também para o arroio Ibirapuitã. O controle de vazão de saída garantiria volumes máximos, restando o excesso

enquanto durasse as precipitações mais intensas, regularizando as vazões nos momentos críticos.

d) Bacias de estocagem temporária: poderiam ser adotadas em edificações já existentes, com áreas cobertas acima de do padrão médio dos lotes urbanos, estimados em 300 m², com espaço disponível dentro de seus terrenos e com áreas impermeabilizadas superiores a 50% da área total do lote.

e) Caixas de filtro de árvore: este tipo de solução poderia ser adotado ao longo dos canteiros centrais da avenida Sete de Setembro e nas praças da cidade. A arborização urbana pouco expressiva, poderia ser planejada e executada utilizando este sistema drenante, suprimindo assim duas necessidades.

f) Trincheiras de infiltração e retenção: a recomendação para uso deste processo é feito para terrenos de tamanho acima da média com construções com áreas cobertas de tamanho expressivo, consideradas grandes contribuintes aos sistemas de drenagem pluvial. Terrenos com grandes áreas de estacionamento e manobra também se enquadram neste item. O prédio da Prefeitura Municipal poderia receber em seu terreno, uma trincheira de infiltração, antes das águas pluviais alcançarem a infraestrutura de drenagem existente.

g) Planos ou valas de infiltração: teriam importância na retenção das águas em áreas adjacentes às áreas loteadas, de forma a reter e infiltrar as águas pluviais em regiões de baixo valor imobiliário, onde inundações temporárias não causam danos. A aplicabilidade desta solução também pode ser adotada ao longo das vias suburbanas não pavimentadas, junto às valas de escoamento das águas superficiais.

h) Poços de infiltração: são possíveis de serem executados com facilidade nas partes altas da cidade, onde os solos tendem a ter maior permeabilidade, dado ao nível do lençol freático. Podem e devem ser usados em edificações unifamiliares como medida mitigatória da impermeabilização na da edificação.

i) Caixas de retenção: esta medida pode ser aplicada para novas construções, com o intuito de reduzir o impacto do adensamento sobre a infraestrutura de drenagem existente, aliviando os picos das enchentes no centro da cidade. Esta medida deve ter implantação prioritária nas bacias do arroio Caramirim e Ibirapuitã, devendo ser estendida a toda área a montante dos arroios que cortam a cidade.

j) Reservatórios para uso não potável: esta solução é atualmente a mais utilizada, sendo considerada de efeito pouco expressivo nas questões relativas às enchentes, pois estes reservatórios muitas vezes encontram-se cheios quando as precipitações se tornam mais intensas.

k) Cobrança pela não drenagem das águas pluviais: embora possa ser polêmico, este item pode substituir os investimentos públicos na substituição da infraestrutura que não mais atende as demandas. Caso transferidos aos moradores os investimentos de mitigação dos efeitos da impermeabilização produzido pela ocupação do solo urbano, a infiltração irá reduzir os volumes de drenagem quando da ocorrência de intensas chuvas.

l) Telhados verdes: solução ainda não adotada na região, tem seu efeito limitado quanto à capacidade de retenção das águas da chuva para fins de redução da ocorrência de alagamentos. Depende da concepção dos projetistas de novas edificações para a adoção da medida.

m) Pavimentos permeáveis: Possíveis de serem implantados em passeios públicos, nas áreas de estacionamento das empresas, prédios públicos, pavimentações internas em terrenos particulares, praças e parques.

4.12 Propostas de Soluções ao Sistema de Drenagem Urbana de Tapejara

A aplicabilidade de mecanismos alternativos de drenagem urbana frente às metodologias tradicionais é ampla em Tapejara, com uso de elementos estruturais e não estruturais, e com reflexos diretos na durabilidade e vida útil dos sistemas já implantados, o que certamente irá permitir a redução dos custos e número de intervenções no sistema.

As soluções sugeridas consistem em:

a) Gerenciamento do sistema existente, com levantamento e mapeamento de toda a rede pluvial da cidade, com a indicação de cotas, seções, materiais e monitoramento do estado de conservação com o histórico das intervenções que ocorrerem. Estabelecer no setor técnico referências para busca de dados específicos para esta área.

b) Novo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, que contemple a aplicação de medidas não estruturais que contribuam para a melhoria da qualidade de vida a médio e longo prazo, com reflexos na questão de drenagem urbana:

- Lote mínimo maior que os 125,00 m² da legislação atual, ou se existir, que fique restrito à zonas e uso de moradia de interesse social. Produzir estudos da qualidade de vida da população que habita este tamanho de lote. Lotes maiores que 125,00 m² permitem a arborização interna, com positivas repercussões ambientais, incluindo o conforto térmico.

- Zoneamento da cidade com maior número de classificações, com limites para taxas de ocupação e índices de aproveitamento dos terrenos.

- Zoneamento com definição das áreas de preservação.

c) Novo código de obras que contemple medidas estruturais e não estruturais a serem incorporadas nas novas construções do município, podendo em alguns casos ter aplicabilidade nas grandes construções existentes:

- Normas de aproveitamento e uso da água da chuva, buscando a preservação dos mananciais subterrâneos que atualmente abastecem a cidade.

- Medidas compensatórias para obras de porte nas quais sejam inclusas caixas de retenção e controle de vazão de saída em situações de precipitações de alta intensidade e áreas para infiltração de águas da chuva no solo, para reposição das nascentes e dos mananciais subterrâneos.

- Formas de fiscalização para redução ou eliminação do lançamento de esgoto in natura nos arroios que cortam a cidade.

d) Para a solução das enchentes no centro da cidade:

- Produzir o levantamento altimétrico de todas as galerias que cortam o centro da cidade, permitindo a identificação das declividades em qualquer dos trechos.

- Aumentar o nível de precisão do desenho do levantamento da galeria do arroio Caramirim, e produzir os desenhos das demais galerias e canais, para registro;

- Fazer estudos técnicos hidrológicos visando o dimensionamento técnico das galerias para a situação presente e a projeção para a urbanização crescente nos próximos anos, produzindo resultados para a elaboração do Plano Diretor;

- Os estudos técnicos citados no item anterior devem atender o dimensionamento dos vãos sob as pontes a jusante do centro, iniciando por aquela localizada junto ao Parque de Rodeios, onde também ocorrem alagamentos;

- Aumentar a seção da galeria no ponto crítico. A tomada de água na esquina da rua Independência com a avenida Sete de Setembro é neste momento é o maior fator de represamento das águas. Este aumento pode ser feito pelo aprofundamento do canal, ou por sua largura..

e) Padronizar e uniformizar os componentes dos sistemas drenantes tradicionais, facilitando o gerenciamento e manutenção durante sua vida útil.

f) Aumentar a arborização na área urbana, considerando que a arborização contribui para a ambiência urbana, retarda o escoamento das águas pluviais e utiliza as águas drenadas para seu crescimento, reduzindo os impactos antrópicos no ciclo das águas.

4.13 Recomendações para estudos futuros

As recomendações visam ampliar a base de estudos contida no presente trabalho, pois aborda as soluções alternativas aplicáveis e a metodologia para a identificação desta aplicabilidade.

Os complementos possíveis de serem feitos foram identificados como sendo:

- a) Estudos e definições de métodos de dimensionamento para cada um dos dispositivos de drenagem alternativa aplicáveis às cidades de pequeno porte.
- b) Estudos do custo real de cada um dos dispositivos alternativos para o mercado regional do norte do Estado do Rio Grande do Sul, ou onde se queira aplicar, considerando aspectos comparativos aos sistemas tradicionais.
- c) Estudos específicos de permeabilidade dos solos nas cidades onde os dispositivos forem aplicados, com o propósito de respaldar os métodos e critérios de cálculos de dimensionamento, sua eficiência e eficácia.
- d) Implantação de pesquisa de campo com medições do desempenho prático destes dispositivos, com o propósito de documentar o desempenho prático destes dispositivos.
- e) Estudo do nível de erosão dos dispositivos construtivos das galerias do centro de Tapejara, com o propósito de produzir obras de recuperação dos componentes erodidos.
- f) Estudos hidrológicos de cada uma das bacias hidrográficas de Tapejara, para efeitos de dimensionamento atual e futuro da sua infraestrutura de drenagem urbana.

5. CONCLUSÕES

Os componentes de drenagem pluviais com aplicabilidade nas cidades de pequeno porte, citados na bibliografia técnica foram apresentados e estudados, mostrando que este ramo da ciência das infraestruturas urbanas de fato encontra-se no rumo da sustentabilidade e do respeito ao meio ambiente.

Os métodos estruturais e não estruturais alternativos às soluções clássicas ainda não se encontram aplicados em nosso meio, como foi possível verificar em Tapejara, cidade escolhida para o estudo de caso aplicado à metodologia estabelecida, conforme sua realidade no momento atual, já o início da segunda década deste século.

A cidade atende aos requisitos do eixo do critério de escolha, ou seja, de uma cidade em rápido crescimento, não somente pela impressão que causa ao visitante, mas também pelos resultados que apresenta quando da aplicação de métodos científicos de abordagem dos componentes urbanísticos, como mostram as características do quarteirão de modelo consolidado de desenvolvimento urbano.

O diagnóstico deste trabalho para a infraestrutura de drenagem nas cidades, incluindo as de pequeno porte, é a necessidade de aplicação dos sistemas considerados alternativos às soluções tradicionais, pois as tecnologias antigas não mais solucionam de maneira integral as demandas de busca por qualidade de vida.

A existência de um modelo de desenvolvimento urbano consolidado com tecnologias do século passado, assentado sobre o meio natural, não são compatíveis com cidades em crescimento. A expansão da mancha urbana sobre o meio natural adjacente incorpora a inevitável impermeabilização das superfícies, produzindo o aumento do volume das águas drenadas aos sistemas dimensionados e construídos em um momento, causando a invasão das águas em áreas de uso da população.

A repetição de obras paliativas, feitas sem a aplicação de estudos técnicos de qualidade desperdiçam os escassos recursos das pequenas cidades. Obras feitas com aparente improviso, uso potencial sem uso, subdimensionadas e superdimensionadas foram constatadas em Tapejara, sugerindo que a prática não difere de outras que com frequência são noticiadas na imprensa e que mostram que os estudos técnicos são colocados em plano secundário ante o imediatismo das decisões políticas.

As soluções para os sistemas de drenagem de águas pluviais para a cidade de Tapejara estão apresentadas na análise técnica dos resultados e contém componentes de drenagem estruturantes e não estruturantes que poderão melhorar o desempenho das redes existentes,

prolongar sua vida útil e reduzir o montante de recursos investidos, com o propósito de eliminar os crônicos alagamentos.

A aplicação das soluções propostas irão ainda necessitar da escolha e adoção delas por parte do poder público constituído, o que poderá demandar ainda certo espaço de tempo. A questão temporal passa a ser importante ao mostrar cada vez mais que os processos sustentáveis são de fato necessários.

A difusão dos conhecimentos mostrados na dissertação e o uso dos métodos, processos e componentes construtivos mostrados trarão benefícios às populações das cidades, não podendo ser esquecido que estamos tratando de água, do ciclo da água, de um componente essencial para a existência da vida no planeta.

As soluções estudadas estão nos desenhos, livros, arquivos eletrônicos e outros, mas se não vierem a ser projetadas e alcançarem o estágio de obras construídas, não estarão de fato a serviço das pessoas, melhorando a qualidade de vida, a preservação das condições de existência de gerações futuras neste planeta.

Este trabalho alcançou os objetivos propostos pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia da Universidade de Passo Fundo, quanto à área de concentração que é o estudo da infraestrutura e meio ambiente. A Universidade de Passo Fundo recebe esta contribuição ao estudo da região onde se insere. A cidade de Tapejara passa a contar com um trabalho que irá auxiliar na definição de suas diretrizes de desenvolvimento. As cidades de pequeno porte passam a ter um estudo de embasamento para a escolha de soluções para as infraestruturas de drenagem urbana.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA – Agência Nacional de Águas. **Atlas Brasil - Abastecimento urbano de água**, disponível em <http://WWW.ana.gov.br>, acesso em 22 nov. 2011.

ARAÚJO, Tânia B. de; BITUON, Jan; FERNANDES, Ana C.;(Org: BITUON, Jan; MIRANDA, Livia). **Conjuntura urbana 2; Tipologia das cidades brasileiras**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2009. Disponível em <http://web.observatoriodasmetroplites.net/>. Acesso em 16 jan. 2012.

ANDRADE, Thompson A.; SERRA, Rodrigo V., Org. **Cidades médias brasileiras**. Rio de Janeiro: IPEA, 2001.

ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos. **Águas urbanas**, disponível em <http://WWW.abrh.org.br/>, acesso em 22 nov. 2011.

BAPTISTA, Márcio B.; NASCIMENTO, Nilo de O.; BARRAUD, Sylvie. **Técnicas compensatórias em drenagem urbana**, Porto Alegre: ABRH (Associação Brasileira de Recursos Hídricos), 2005.

BRAGA, Benedito; HESPANHOL, Ivanildo; CONEJO, João G. L.; MIERZWA, José C. **Introdução à engenharia ambiental**, 2ª ed. São Paulo: Pearson.

BRASIL. Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em 20 de outubro 2012.

BRASIL. Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em 20 de outubro 2012.

BRASIL. Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001. **Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acesso em: 26 outubro 2012.

BRASIL. Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acesso em: 26 outubro 2012.

BRONDANI, Bernardete, ANDRADE FILHO, Alceu G.. **Estudo do gerenciamento da drenagem urbana na cidade de Ponta Grossa**. 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre: ABES – Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/IX-011.pdf>>. Acesso em 12 novembro 2012.

EIGER Sérgio. **Introdução à engenharia ambiental**, 2ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. CAMAPUM DE CARVALHO, José; LELIS, Ana C. **Cartilha infiltração**. Brasília: Série Geotecnia UNB; v.2, 2010.

CANHOLI, Aluísio P. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

CARVALHO, Antonio A. T. de; MEDEIROS, Dhiego A. de. **A propósito da “revanche” das cidades de pequeno porte na geografia urbana brasileira** – Notas preliminares. In: 1 SIMPOSIO SOBRE PEQUENAS CIDADES E DESENVOLVIMENTO LOCAL E XVII SEMANA DE GEEOGRAFIA/UEM, anais... Maringá, UEM, 2008. Disponível em: http://www.dge.uem.br/semana/eixo1/trabalho_51.pdf. Acesso em 30 mar. 2012.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA (Brasil). Ministério do Meio Ambiente. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63.

COMITÊ DA BACIA APAUÊ-INHANDAVA. **A bacia dos rios Apauê e Inhandava**. Disponível em WWW.comiteapaue.com.br. Acesso em 28 out.2012.

CUNHA, Sandra B. da; GUERRA, Antonio J. T. (Org.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**, Rio de Janeiro: Berrand Brasil, 2001.

DEFESA CIVIL. Defesa Civil de Tapejara. Registros de eventos de ações de intemperismo. Tapejara, 2010.

EDRA, Environmental Design Research Association. Sítio eletrônico. Disponível em <http://edra.org/>. Acesso em 14/05/2012.

EPA, United States Environmental Protection Agency, Low Impact Development (LID). Disponível em <http://water.epa.gov/polwaste/green/index/cfm>. Acesso em 14/05/2012

FERREIRA, Aurélio B. de H. **Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa**. 3ª ed. Curitiba: Positivo, 2004.

FEE - Fundação Estadual de Economia e Estatística do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, disponível em <http://www.fee.tche.br/> acesso em 26 out. 2011.

FGV – Fundação Getúlio Vargas. Índice Nacional da Construção Civil. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em <http://www.portalbrasil.net/incc.htm>. Acesso em 14 mai.2013.

FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler. **U10 – Apauê Inhandava**. Disponível em WWW.fepam.rs.gov.br. Acesso em 30 out. 2012.

FARMABEM, Farmácia Farmabem. Registro de fotografias de enchentes em Tapejara. Tapejara, 2013.

GIGB, Comission Internationale dès Grands Barrages, ICOLD, International Commission on Larges Dams, **As barragens e a água no mundo**. Curitiba: Comitê Brasileiro de Barragens. 2008.

GMAPAS. **Mapa do Município de Tapejara**. Disponível em WWW.gmapas.com. Acesso em 28 out.2012.

GRIBBIN, John B.. **Introdução à hidráulica, hidrologia e gestão de águas pluviais**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

GOOGLE EARTH, acesso na web, durante a elaboração desta dissertação.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, Secretaria do Planejamento, Gestão e Participação. **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul**, versão eletrônica. Porto Alegre: Disponível em <http://www.scp.rs.gov.br/atlas> . Acesso em 26 out. 2011.

GUERRA, Antônio J. T., Cunha, Sandra B. da. **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

HÜTHER, Márcia C. **Infra-estrutura urbana em bairros residenciais do sul do Brasil**. 2006. Mestrado em Engenharia, Área de concentração: Infraestrutura e meio ambiente. Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 2006.

IBRE – Instituto Brasileiro de Economia, Rio de Janeiro, RJ. Disponível em <http://portalibre.fgv.br/> acesso em 14 de mai. 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Regiões de influência das cidades**. Brasília, 2007.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Brasília, DF, disponível em <http://www.ibge.gov.br> . Acesso em 26 out. 2011.

LEI FEDERAL Nº 10.257 DE 10 DE JULHO DE 2001, **Estatuto da Cidade**, Disponível em <HTTP://WWW.presidencia.gov.br>. acesso em 25 nov.2011.

LEI MUNICIPAL Nº 200, **Plano Diretor da cidade de Tapejara**, de 2 de outubro de 1961. Disponível em <HTTP://WWW.tapejara.rs.gov.br/>. acesso em 03 nov. 2011.

MASCARÓ, Juan L. **Loteamentos urbanos**. Porto Alegre: Masquatro Editora, 2ª Ed. 2005.

MASCARÓ, Juan L., YOSHINAGA, Mário. **Infra-estrutura urbana**. Porto Alegre: Masquatro Editora, 1ª Ed. 2005.

MASCARÓ, Juan L. (org.). **Infra-estrutura da Paisagem**. Porto Alegre: Masquatro Editora, 2008.

MASCARÓ, Juan L. (Org.) **Sustentabilidade em urbanizações de pequeno porte**. Porto Alegre: Masquatro Editora, 2010.

MENDONÇA, Francisco (org.) **Impactos socioambientais urbanos**. Curitiba: Editora UFPR, 2004.
MIOTTO, Sérgio; DECIAN, Vanderlei; MAROSO, Lenilson; PELUSO, Rosane. **Apauê-Inhandava Comitê de gerenciamento da bacia hidrográfica**. Erechim: Graffoluz 2010.

MOURA, Priscilla M. **Contribuição para a avaliação global de sistemas de drenagem urbana**. 2004. 164 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia, Área de concentração em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2004.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD), disponível em: <http://www.oecdbookshop.org/oecd/index.asp?lang=EN>, acesso em 12 mai, 2012.

OLIVEIRA, Isabel Cristina Eiras de. **Estatuto da cidade, para compreender**. Rio de Janeiro. IBAM/DUMA, 2001. Disponível em: http://www.em.ufop.br/ceamb/petamb/cariboost_files/cartilha_estatuto_cidade.pdf. Acesso em 12 mar. 2012.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE – Plano Diretor de Drenagem Urbana, **Manual de drenagem urbana**, IPH-UFRGS, Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Porto Alegre 2005. Disponível em <HTTP://Galileu.iph.ufrgs.br/aguasurbanas/>. Acesso em 26 nov. 2011.

TAPEJARA, Lei municipal nº 466, em 10 de dezembro de 1970. **Transforma rua em área do domínio privado, altera a LEI Nº 200, de 2/10/61 e dá outras providências.**

<<http://www.tapejara.rs.gov.br/adm/files/420/Plano%20Diretor%20e%20Altera%EF%BF%BD%EF%BF%BDes>>. Acesso em 28 de outubro de 2012.

TAPEJARA, Lei municipal nº 1196, em 16 de agosto de 1984. **Altera a lei do plano diretor para eliminar o projeto de área verde.** <<http://www.tapejara.rs.gov.br/adm/files/420/Plano%20Diretor%20e%20Altera%EF%BF%BD%EF%BF%BDes>>. Acesso em 28 de outubro de 2012.

TAPEJARA, Lei municipal nº 200, em 02 de outubro de 1961. **Plano diretor da cidade de Tapejara.** <<http://www.tapejara.rs.gov.br/adm/files/420/Plano%20Diretor%20e%20Altera%EF%BF%BD%EF%BF%BDes>>. Acesso em 28 de outubro de 2012.

TUCCI, Carlos E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas.** Ministério das Cidades – Global Water Partnership – Word Bank – Unesco 2005.

TUCCI, Carlos E. M., MARQUES, David L. M., **Avaliação e controle da drenagem urbana.** Porto Alegre: Editora UFRGS, 2001.

TUCCI, Carlos E. M., COLLISCHONN, Walter. **Drenagem urbana e controle de erosão.** Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Porto Alegre. Apresentado no VI Congresso Nacional de Controle da Erosão. Presidente Prudente – SP 1998. Disponível em http://galileu.iph.ufrgs.br/aguasurbanas/Contents/Publicacoes/Downloads/DRENAGEM_URBANA_CONTROLE_EROSAO_PRESIDENTE_PRUDENTE.pdf. Acesso em 23 mar. 2012.

TUCCI, Carlos E. M., BERTONI, Juan C. (org.). **Inundações urbanas na América do Sul.** Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO, **Mestrado em engenharia.** Disponível em <http://www.ppgeng.upf.br/>. Acesso em: 01 nov. 2011.

VAZ, Valéria B. **Drenagem urbana,** Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo, Boletim Informativo nº05/Ano IV – Maio/2004: Santa Cruz do Sul.

WIKIPÉDIA, A enciclopédia livre. Disponível em <HTTP://WWW.wikipedia.org/>. Acesso em 01 nov. 2011

7. APÊNDICE

7.1

APÊNDICE - A

FICHA DE LEVANTAMENTO DE DADOS PARA FINS DE DIAGNÓSTICO DE SOLUÇÕES ALTERNATIVAS PARA O SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL				
CIDADE	Tapejara		UF	RS
				FICHA n. 1
População		Micro região:	Passo Fundo	
Tipo de solo		Topografia		
IDH				
Coordenadas geográficas				
Bacia hidrográfica principal				
Bacias hidrográficas secundárias				

Aspectos e impressões iniciais referente ao sítio urbano

Forma de ocupação predominante	
Aspectos gerais de zoneamento	
Intervenção da malha urbana com a bacia hidrográfica	
Sistema de drenagem pluvial existente	
Características gerais da pavimentação das ruas e passeios	
Áreas do entorno que fazem parte da zona urbana, não loteada, e tipo de vegetação	

7.2

APÊNDICE - B

FICHA DE LEVANTAMENTO DE DADOS PARA FINS DE DIAGNÓSTICO DE SOLUÇÕES ALTERNATIVAS PARA O SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL			
Relação de dados disponíveis e disponibilizados no Município			
CIDADE	UF		RS
População	Microregião:		Folha n. 2
DADOS RELATIVOS AO CADASTRO MUNICIPAL			
1. Cadastro Imobiliário (forma de cadastramento, padronização, comentários):			
2. Secretaria Municipal de Obras (pavimentação de ruas: extensão por tipo, controle, gestão de pavimentação, comentários)			
3. Secretaria Municipal do Meio ambiente (gestão de resíduos, gestão das águas, ambiente natural, comentários)			
4. Outras considerações (aspectos gerais a serem considerados)			

7.3

APÊNDICE - C

FICHA DE LEVANTAMENTO DE DADOS PARA FINS DE DIAGNÓSTICO DE SOLUÇÕES ALTERNATIVAS PARA O SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL			
Relação de dados disponíveis e disponibilizados no Município			
Dados coletados nos setores de Obras e de Meio Ambiente			
CIDADE	UF		RS
População	Microregião:		Folha n. 2
DADOS RELATIVOS AO SISTEMA DE DRENAGEM EXISTENTE			
1. Cadastro (Órgão gestor, forma de controle, existência de catalogação, mapeamento, etc):			
2. Aspectos gerais de sarjetas e bocas de lobo (relatório e avaliação geral)			
3. Tubulações e redes de tubulações (aspectos observados, avaliação geral aparente)			
4. Canais e galerias (aspectos observados, avaliação geral aparente)			
5. Forma de captação de água e abastecimento da população (informações e comentários)			
6. Destinação do esgoto cloacal (informações e comentários)			
7. Existência de histórico de inundações ou enchentes (períodos, locais de ocorrência)			
8. Existência de várzeas com moradores, consideradas como áreas de risco (localização, quantificação, comentários)			

7.4

APÊNDICE – D

FICHA DE ANÁLISE PÓS-OCUPAÇÃO DA ÁREA URBANA DE OCUPAÇÃO CONSOLIDADA COM OCORRÊNCIA DE INUNDAÇÃO	
Observação: Ao entrevistado serão informados o objetivo da entrevista, e as informações que este solicitar para inteira compreensão do que é que irá responder.	
1. Qualificação: Primeiro nome: _____ Sexo: () M () F Faixa etária aproximada: () 30 a 40 () 40 a 50 () 50 a 60 () mais de 60 Grau de escolaridade: () Fundamental () Médio () Graduação () Pós graduação	
1. Envolvimento com a área de infraestrutura consolidada: a) Tipo de vínculo: () mora no local () trabalha no local b) Tempo (anos): () de 3 a 5 () de 5 a 10 () de 10 a 20 () mais de 20	
2. Considerando os últimos três anos, você observou alagamentos com o nível das águas atingindo lojas na área central da cidade? () Sim () Não	
3. Na sua percepção, a média de repetência destes eventos, no período de um ano, é: () nem todo ano ocorre () pelo menos uma vez () até 3 vezes () mais de 3 vezes	
4. Faça uma avaliação atribuindo as seguintes notas: zero, se não sabe ou não tem opinião formada; de 1 a 4, sendo menor a nota quanto mais negativo o efeito de um alagamento e maior a nota quanto menos intensa a percepção negativa; e nota 5 se houver indiferença quanto à ocorrência de alagamentos: a) Qual sua percepção quanto ao desconforto pessoal que os alagamentos na região central da cidade lhe causam? _____ b) Utilizando o mesmo critério e considerando que os alagamentos observados produzem perdas diversas, como financeiras, tempo dispendido, depreciações e outras, avalie sua percepção de perdas aplicada aos seguintes agentes: Comerciantes da área e entorno: _____ Moradores da área e entorno: _____ Trânsito de veículos na área e entorno: _____ Transeuntes do local: _____ A cidade e a comunidade como um todo: _____	
5. Utilize os mesmos critérios de pontuação acima descritos para avaliar a qualidade do sistema de drenagem pluvial do centro da cidade: _____	
6. Faça sua avaliação do que contribui para a ocorrência de alagamentos, atribuindo nota 0 (zero) caso não tenha opinião formada; 1 caso considere que o fator não contribui; 2 se pouco contribui; 3 se contribui; 4 se muito contribui e 5 se contribui totalmente: a) Obstrução do sistema drenante por lixo e entulhos _____; b) Bocas de lobo mal dimensionados ou em falta _____; c) Tubulações, galerias e canais subdimensionados _____; d) Asfaltamento das ruas _____; e) Crescimento da cidade _____; f) Outro fator não citado: _____	
7. O que você sugere como solução para os alagamentos no centro da cidade? _____ _____	

7.5

APÊNDICE - E

FICHA DE LEVANTAMENTO DE DADOS DO MODELO DE DESENVOLVIMENTO A PARTIR DO QUARTEIRÃO CONSOLIDADO			
Dados disponibilizados pela Prefeitura e Levantamentos in loco			
CIDADE		RS	Folha n. 2
População		Microregião	
DADOS RELATIVOS AO CADASTRO MUNICIPAL			
5. Quarteirão nº			
6. Vias de contorno:			
7. Critério de escolha adotado:			
LEVANTAMENTO DE DADOS DOS LOTES			
1. Lote n. 1: Endereço:			
Número de cadastro na Prefeitura:		Esquina () Meio de Quadra ()	
Área:	Forma:	Topografia:	
Edificação existente a partir do cadastro municipal (descrição):			
Área da construção:	m2	Número de pavimentos:	Ocupação no térreo: %
Dados de vistoria: Em comparação ao cadastro municipal: Confere () Não confere ()			
Recuos: Alinhamento		Laterais: E D	
Fundos	Projeção sobre passeio:		
Diferenças ou desconformidades quanto ao cadastro: Sim () Não ()			
Observações de diferenças, desconformidades ou outras::			
2. Lote n 2: Endereço:			
Número de cadastro na Prefeitura:		Esquina () Meio de Quadra ()	
Área:	Forma:	Topografia:	
Edificação existente a partir do cadastro municipal (descrição):			
Área da construção:	m2	Número de pavimentos:	Ocupação no térreo: %
Dados de vistoria: Em comparação ao cadastro municipal: Confere () Não confere ()			
Recuos: Alinhamento		Laterais: E D	
Fundos	Projeção sobre passeio:		
Diferenças ou desconformidades quanto ao cadastro: Sim () Não ()			
Observações de diferenças, desconformidades ou outras:			

O anexo formulário segue até atingir a totalidade dos lotes contidos no quarteirão, de forma a atingir a totalidade dos lotes existentes no quarteirão.