



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Pós-Graduação em Engenharia Civil

***Utilização do Cadastro Técnico Multifinalitário no
Acompanhamento do Impacto da Urbanização
nos Sistemas de Drenagem Pluvial***

AMANDIO JOSÉ CABRAL D'ALMEIDA JR

Ilha Solteira - SP

1210001316



UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
JULIO DE MESQUITA FILHO
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Utilização do Cadastro Técnico Multifinalitário no
acompanhamento do impacto da urbanização nos sistemas
de drenagem pluvial

1210001316



Proc. 071/2002-NRD 077/02

AMANDIO JOSÉ CABRAL D'ALMEIDA JR

UNESP - "CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA"	
SERVIÇO TÊC. DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO	
DATA DE CHEGADA	DATA DE TOMBO
19.9.03	30.09.02
REGISTRADO POR	TOMBO
Ailza	Te. 1316
AQUISIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
Ilha autor R. 10.00	10148m

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho - UNESP Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - Departamento de Engenharia Civil como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de concentração Recursos Hídricos

Orientador : Prof. Dr. Wilson Manzoli Junior

30701007
RECURSOS HIDRICOS

ILHA SOLTEIRA - SP
2002

sup- 169810
sup- 54211

10148m

BCpIS - FEIS - UNESP



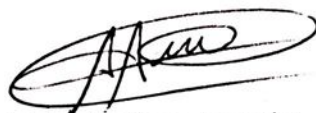
**Utilização do Cadastro Técnico Multifinalitário no
Acompanhamento do Impacto da Urbanização
nos Sistemas de Drenagem Pluvial**

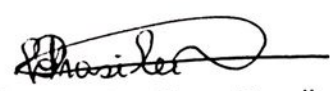
AMÂNDIO JOSÉ CABRAL D'ALMEIDA JÚNIOR

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À FACULDADE DE ENGENHARIA DO
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA – UNESP – COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL.

COMISSÃO EXAMINADORA:


Prof. Dr. Wilson Manzoli Júnior – orientador


Prof. Dr. Amilton Amorin


Profª Drª Luzenira Alves Brasileiro

Ilha Solteira/SP, junho de 2002.

Dedicada a minha esposa Carla

BCpIS - FEIS - UNESP



AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Wilson Manzoli Júnior, pela compreensão e confiança no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira pela oportunidade de realização deste trabalho.

À Prefeitura Municipal de Ilha Solteira pelo apoio e a disponibilidade de suas equipes de trabalho;

Ao Engenheiro Francisco Edson do Nascimento, pela compreensão e a oportunidade em desenvolver este trabalho.

Aos funcionários da Diretoria de Habitação e Urbanismo, pelo interesse e participação no desenvolvimento do trabalho.

A toda equipe da Vigilância Sanitária da Prefeitura Municipal de Ilha Solteira, pela dedicação e empenho durante as pesquisas de campo.

Ao Engenheiro Valentim J. Gerlin e toda equipe de topografia da Prefeitura Municipal de Ilha Solteira, pelo empenho e dedicação nos levantamentos de campo.

À minha família, que durante toda minha vida participa ativamente de minhas atividades e em especial a minha esposa Carla M. D'Almeida, pelo apoio e incentivo nos momentos mais difíceis do desenvolvimento do trabalho.



“O mundo atual, com as imensas e complexas responsabilidades que impõe aos governos, não pode suportar por muito tempo o desperdício paulatino de suas energias pelo administrador improvisado ”

(Mello:1960)



SUMÁRIO

RESUMO *i*

ABSTRACT *ii*

1 INTRODUÇÃO 1

1.1 URBANIZAÇÃO E DRENAGEM 1

1.2 CONSEQUENCIAS DA URBANIZAÇÃO NOS SISTEMAS DE
DRENAGEM 3

1.3 AS NOVAS POSSIBILIDADES 7

2 REVISÃO DA LITERATURA 9

2.1 CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO 9

2.2 BANCO DE DADOS 11

2.3 SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA 12

2.4 CHUVAS 14

2.5 DEFLÚVIO SUPERFICIAL DIRETO 16

2.6 SARJETAS 20

2.7 BOCAS COLETORAS 24

2.8 GALERIAS 29

2.9 POÇOS DE VISITA 31

2.10 IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO 32

3 MATERIAL E MÉTODOS	38
3.1 MATERIAL.....	38
3.2 MÉTODOS.....	39
3.2.1 ELABORAÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA.....	42
3.2.2 DESENVOLVIMENTO DO BANCO DE DADOS CADASTRAIS.....	47
3.2.3 BOLETIM DE INFORMAÇÕES CADASTRAIS.....	51
3.2.4 COLETA DE DADOS	52
3.2.5 LANÇAMENTO DOS DADOS E ASSOCIAÇÃO.....	54
3.2.6 ATUALIZAÇÃO DE DADOS.....	64
 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	 66
4.1 QUANTO AO USO DO CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO...	66
4.2 QUANTO AO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO DO LOTEAMENTO ...	75
 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	 87
 6 BIBLIOGRAFIA	 90
 7 ANEXOS	 94



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Causas e Efeitos da Urbanização sobre as inundações urbanas	4
Figura 2 - Processos que ocorrem em área urbana	6
Figura 3- Estrutura básica em estudos de drenagem urbana	20
Figura 4 - Sarjeta de seção triangular	21
Figura 5 - Porção de Sarjeta	22
Figura 6 - Tipos de bocas-de-Lobo	25
Figura 7 - Boca de Lobo com grelha	27
Figura 8 - Elementos da equação de energia em conduto forçado	30
Figura 9 – Detalhes de um Poço de Visita	31
Figura 10 - Características do balanço hídrico numa bacia urbana	34
Figura 11 - Aumento da vazão máxima	35
Figura 12 – Evolução urbana na bacia Tsurumi	36
Figura 13 - Localização do Loteamento Jardim Novo Horizonte	40
Figura 14 - Planta do Loteamento Jardim Novo Horizonte	41
Figura 15 - Transferência de Dados Coletor - Software Posição	44
Figura 16 - Importação de Pontos - Software Posição	45
Figura 17 – Cálculo das Curvas de Nível – Software Posição	46
Figura 18 - Registrando um banco de dados no Software AutoCad Map	55
Figura 19 - Definindo Campo para ligação	56
Figura 20 - Gerando Link Path Name	57
Figura 21 - Visualização do Banco de Dados Externos	57
Figura 22 - Destaque de um objeto a partir do banco de dados	58
Figura 23 - Editando Topologia de Poligonos	60
Figura 24 – Mapa Temático – Níveis de Impermeabilização	71
Figura 25 - Mapa Temático – Galerias de Drenagem	72
Figura 26 - Calçadas Pavimentadas e Não Pavimentadas	73



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Períodos de retorno em função ocupação da área	18
Tabela 2 Coeficiente de Deflúvio em função da natureza da superfície.....	19
Tabela 3 - Coeficiente de Deflúvio em função da ocupação da área	20
Tabela 4 - Fator de Redução de escoamento das sarjetas.....	23
Tabela 5 - Fator de redução do escoamento para Bocas-de-Lobo	28
Tabela 6 - Object Data Drenagem.....	61
Tabela 7 - Object Data Esgoto	61
Tabela 8 - Object Data Água Potável	62
Tabela 9 - Object Data Logradouro.....	62
Tabela 10 - Object Data Guia/Sarjeta	62
Tabela 11 - Quadro de áreas do Loteamento	68
Tabela 12 - Impermeabilização das áreas públicas	68
Tabela 13 – Impermeabilização lotes privados	69
Tabela 14 - Tipos de Cobertura de Solo	75
Tabela 15 - Tipos de Cobertura do Solo - Vias Públicas e Calçadas.....	77
Tabela 16 - Cobertura do Solo - Lotes	77
Tabela 17 - Cobertura Solo - Lotes Públicos.....	78
Tabela 18 - Cobertura Solo - Lotes Particulares	78
Tabela 19 - Cálculo do Coeficiente de Escoamento Superficial Médio	79
Tabela 20 – Nível de impermeabilização Lotes Residenciais e Comerciais....	81
Tabela 21 - Comparação Situação das obras e Nível de impermeabilização*	82
Tabela 22 - Comparação nível de impermeabilização	83
Tabela 23 - Calculo do Coeficiente Escoamento Superficial momento inicial..	84

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparação da Eficiência dos Processos de Atualização.....	74
Gráfico 2 - Tipos de Cobertura do Solo.....	76
Gráfico 3 - Nível de Impermeabilização dos Lotes Privados.....	81
Gráfico 4 - Situação da Obra e Nível de Impermeabilização.....	82
Gráfico 5 - Evolução do nível de impermeabilização do solo.....	85



RESUMO

D'ALMEIDA JR, A.J.C. **Utilização do Cadastro Técnico Multifinalitário no acompanhamento do impacto da urbanização nos sistemas de drenagem** – Ilha Solteira – SP. Dissertação de mestrado – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP

A crescente ocupação urbana é um dos fatores que mais afetam os sistemas de drenagem, o aumento das superfícies impermeáveis acarreta acréscimos significativos nos volumes escoados superficialmente. A visão atual da drenagem urbana não restringe na remoção das águas pluviais em excesso para evitar danos às áreas sujeitas a alagamentos, e sim interagindo com o meio ambiente e demais sistemas que o compõe.

A competência dos governos municipais no gerenciamento dos sistemas de microdrenagem implica na necessidade de conhecer as particularidades de cada bacia urbana e seu processo de ocupação, bem como identificar áreas propícias de inundação e legislar sobre a ocupação desse espaço urbano.

O objetivo geral do trabalho foi estudar e analisar a experiência na utilização do Cadastro Técnico Multifinalitário e o desenvolvimento de uma sistemática de atualização da base de dados para o monitoramento do impacto da urbanização nas alterações do escoamento superficial em sistemas de micro drenagem, que se apresentasse acessível e compatível com as atribuições das áreas técnicas de prefeituras de cidades de pequeno porte.



Baseado nos estudos em uma área piloto da cidade de Ilha Solteira, localizada a noroeste do Estado de São Paulo, a qual encontra-se em processo de acelerada urbanização, o trabalho apresenta detalhadamente todas as ações executadas para elaborar o banco de dados relacionado a objetos gráficos com a intenção de servir de suporte a novas iniciativas de acompanhar o processo de aumento das superfícies impermeáveis com a ocupação do solo de forma sistemática.

A partir de um levantamento cadastral inicial, é possível, utilizando-se procedimentos rotineiros de uma prefeitura, acompanhar a evolução da urbanização e antecipar ações preventivas, tanto estruturais como apoio técnico a políticas de ocupação do solo.

A experiência realizada para a área teste permitiu uma série de análises relativas àquele loteamento, cujos resultados mostram o nível de impermeabilização atual do loteamento e a preocupação com o acréscimo no volume a ser escoado superficialmente.

PALAVRAS CHAVES : Cadastro Técnico Multifinalitário – Drenagem Urbana –
Coeficiente de Escoamento Superficial –
Impermeabilização do solo



ABSTRACT

The growing urban occupancy is one of the factor which more affect the drainage systems, the increase of waterproof surfaces brings on significant increases in drained volume superficially. The actual vision of urban drainage does not restrict the pluvial water removal extremely, to avoid damages in area subject to flooding, and interacting with the environment and other system of this one.

The competence of city government in management of micro drainage system implicates the necessity to know the particularities of each urban basin in its occupancy process, as well as to identify favorable areas to flood and legislate about the space urban occupancy.

The general objective of this work was study and analyze the experience in adapt the multifinalitary technical cadaster and development of modernization systematic of database to impact monitor of urbanization of superficial drain in micro drainage system , it shows accessible and compatible with attribution of technical areas of small cities city halls.

Based in study in a tested area in Ilha Solteira city, located in North West of São Paulo state which it is in accelerate urbanization process, the work shows in detail every executed action to elaborate the data bank related to graphic object with the intention of serve the support the new initiative to accompany the process of increase waterproof surfaces, in occupying the soil of systematic way, bring on significative increase in drain volumes superficially.



Since an initial cadaster survey, is possible to use habitual procedure of a city hall, accompany the urbanization evolution and anticipate prevent action, as structural, as serving to technical support to policies of soil usage.

The achieved experience for the test area allowed series of relative analyze that plot land, whose results show the actual waterproofing level of plot of land and the absorption with the increase volume to be drained superficially.

KEY WORDS : Multifinality Technical Cadaster – Urban Drainage –
Runoff - Soil Waterproof



1 INTRODUÇÃO

1.1 URBANIZAÇÃO E DRENAGEM

No Brasil, institucionalmente a competência da infra-estrutura de microdrenagem é dos governos municipais, responsáveis pela implantação de sistemas adequados e integrados ao meio.

Um bom planejamento urbano prevê diretrizes ao escoamento das águas pluviais determinando limites de ocupação e uso dos solos, porém aliado aos conflitos de interesse que dificultam a tomada de medidas para disciplinar a ocupação inadequada do solo, a falta de gerenciamento e controle da evolução do processo de urbanização impedem que medidas preventivas sejam programadas culminando na necessidade de interferências através de obras corretivas de custos invariavelmente superiores.

Como exemplo, o sistema de drenagem urbana da cidade de Ilha Solteira, projetado na década de 60, começa a se mostrar ineficiente diante do crescente grau de urbanização pelo qual passa o município. O dimensionamento do sistema possivelmente considerou as premissas do planejamento urbano que delimitava o uso e ocupação do solo, hoje completamente desvirtuado. Assim a crescente urbanização contribui gradativamente para o sub-dimensionamento dos sistemas de microdrenagem.

Um pequeno empreendimento contribui com uma parcela quase insignificante no incremento da vazão no sistema, porém somado a



tantos outros simultâneos dentro de um curto espaço de tempo podem juntos contribuir a grandes colapsos.

Como normalmente os principais colaboradores do impacto estão a montante de suas conseqüências, acabam não notando sua parcela de contribuição.

A falta de monitoramento das transformações urbanas acaba dificultando a conscientização e determinação de obras preventivas pois dificilmente existem dados técnicos que comprovem a necessidade destas medidas, culminando na espera por colapsos para que medidas, agora emergenciais, sejam tomadas. Como exemplo, a Prefeitura Municipal de Ilha Solteira não sabe informar qual a porcentagem de áreas pavimentadas, edificadas, livres ou impermeáveis em cada microbacia urbana.

Observa-se também que poucos municípios contemplam em políticas de ocupação do solo, os aspectos relacionados à drenagem urbana. Atualmente, observa-se alguma preocupação em alguns municípios de grande porte, onde pode-se citar, Porto Alegre, Guarulhos, Curitiba e Belo Horizonte, porém sempre despertado o interesse a partir de problemas de ordem emergencial, observada com as enchentes.

A observação de problemas já enfrentados nos leva a concluir a necessidade de antecipar a prováveis situações de emergência, através de uma legislação adequada, conscientização da população, ou mesmo adoção de medidas estruturais.

Um bom gerenciamento das questões urbanas passa necessariamente pelo conhecimento da realidade local. Atualmente uma ferramenta importantíssima no auxílio às questões públicas é o Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM), o qual baseia-se na união de vários cadastros setoriais em um banco de dados único apoiado em uma base cartográfica.

Monitorar a ocupação urbana e sua interferência nos sistemas de drenagem urbana é uma forma de melhor planejar as ações preventivas necessárias ao perfeito funcionamento dos sistemas de microdrenagem, alertando da necessidade de alguma interferência.

Como a gestão dos sistemas de microdrenagem é competência dos governos locais é fundamental que estes controlem as



variáveis que influem na concepção dos sistemas de drenagem, principalmente as transformações do espaço urbano, servindo de suporte na adequação legislativa municipal e ações estruturais específicas.

O cadastramento das transformações urbanas deve acompanhar o processo contínuo de urbanização das cidades. Baseado neste princípio, o Cadastro Técnico Multifinalitário pode incluir dados e rotinas necessárias para suprir informações e indicadores, auxiliando no processo de tomada de decisões, seja para adotar medidas preventivas de enchentes, implementar políticas de drenagem pluvial baseado na manutenção da cheia natural, regulamentar o uso e ocupação do solo, mapear áreas de riscos de enchentes, entre outras ações.

1.2 CONSEQUENCIAS DA URBANIZAÇÃO NOS SISTEMAS DE DRENAGEM

O conceito moderno de drenagem urbana não se restringe a remoção das águas pluviais em excesso para evitar danos às áreas sujeitas a alagamentos ou marginais de cursos naturais de água, e sim interage com o meio ambiente urbano e demais sistemas que o compõe. Em outras palavras, PORTO (1995) descreve como “um conjunto de medidas que tenham por objetivo minimizar os riscos que as populações estão sujeitas, diminuir os prejuízos causados por inundações e possibilitar o desenvolvimento urbano de forma harmônica, articulada e sustentável”.

O processo de urbanização pelo qual passam as cidades é o fator principal para gerar alterações que interferem no escoamento superficial nas bacias hidrográficas urbanas.

A urbanização traz consequências hidrológicas e também não hidrológicas que interferem significativamente nas questões de drenagem



urbana, principalmente as marcadas pelo crescimento acelerado e caótico das populações urbanas.

As consequências hidrológicas interferem nos sistemas de drenagem urbana, enquanto as consequências não hidrológicas estão baseadas na ocupação do solo e padrões de qualidade das águas.

As consequências hidrológicas e não hidrológicas causadas pelo processo de urbanização podem ser visualizadas na Figura 1, onde observa-se as principais causas e efeitos da urbanização sobre as inundações urbanas.

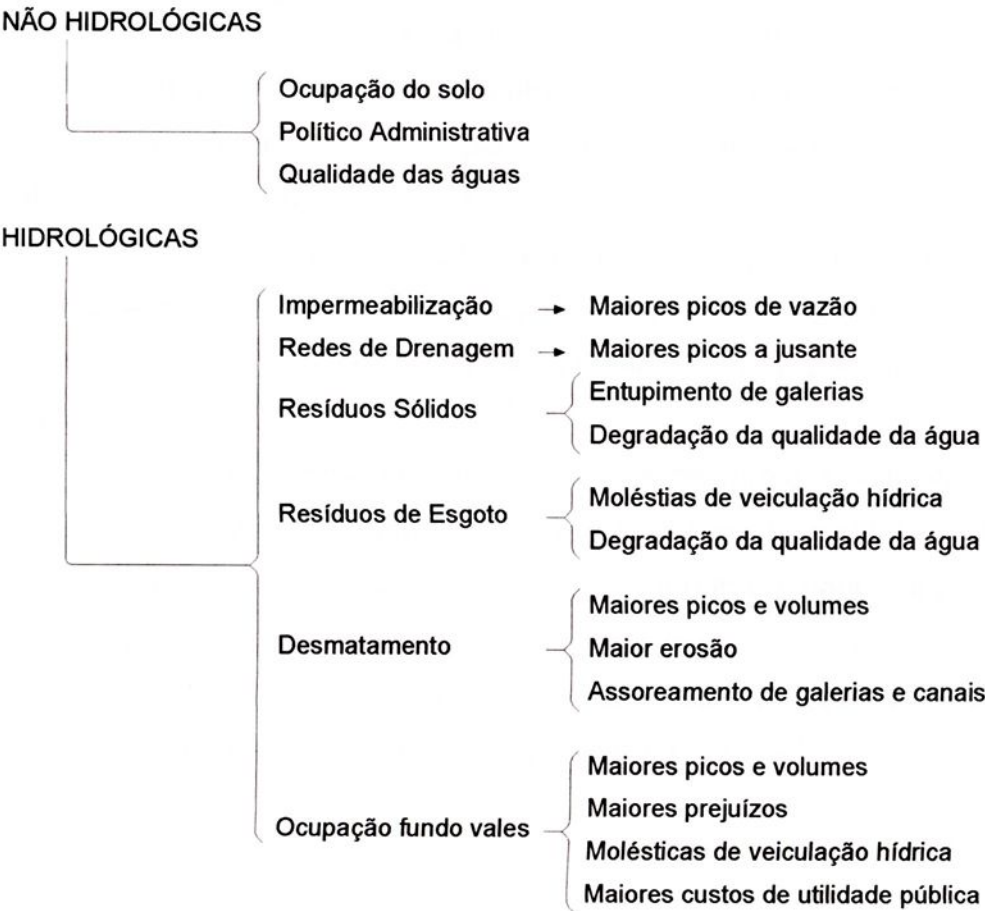


Figura 1 - Causas e Efeitos da Urbanização sobre as inundações urbanas
PORTO (1997)

A crescente ocupação urbana é um dos fatores que mais afetam os sistemas de drenagem urbana, principalmente alterando o escoamento superficial direto, também conhecido como deflúvio superficial direto, denominado por FERNANDES (1997) como o volume de água que escoar da superfície de uma determinada área devido a ocorrência de uma chuva intensa sobre essa área até uma calha definida.

Atualmente, para determinação desse volume, em sistemas de microdrenagem, é muito utilizado um método analítico conhecido como Método Racional. Segundo FERNANDES (1997), o método apresenta resultados bastante aceitáveis para o estudo de pequenas bacias (área com até 100 hectares), de conformação comum, tendo em vista sua simplicidade de operação bem como da inexistência de um método de melhor confiabilidade para situações desta natureza. Este método relaciona a precipitação com o escoamento, considerando as principais características da bacia, tais como, permeabilidade, forma e declividade média.

O método está baseado na determinação da intensidade da chuva, área de contribuição e do Coeficiente de Escoamento Superficial, que exprime a relação entre o volume de escoamento livre superficial e o total precipitado.

A crescente urbanização altera de forma significativa esta relação, causando impacto no comportamento hidrológico de uma bacia urbana, podendo ser analisado sobre vários aspectos : segundo o balanço hídrico, na estiagem e nas enchentes.

Hall (apud PORTO 1997) ilustra os processos que ocorrem em uma área urbana devido a urbanização, conforme Figura 2.



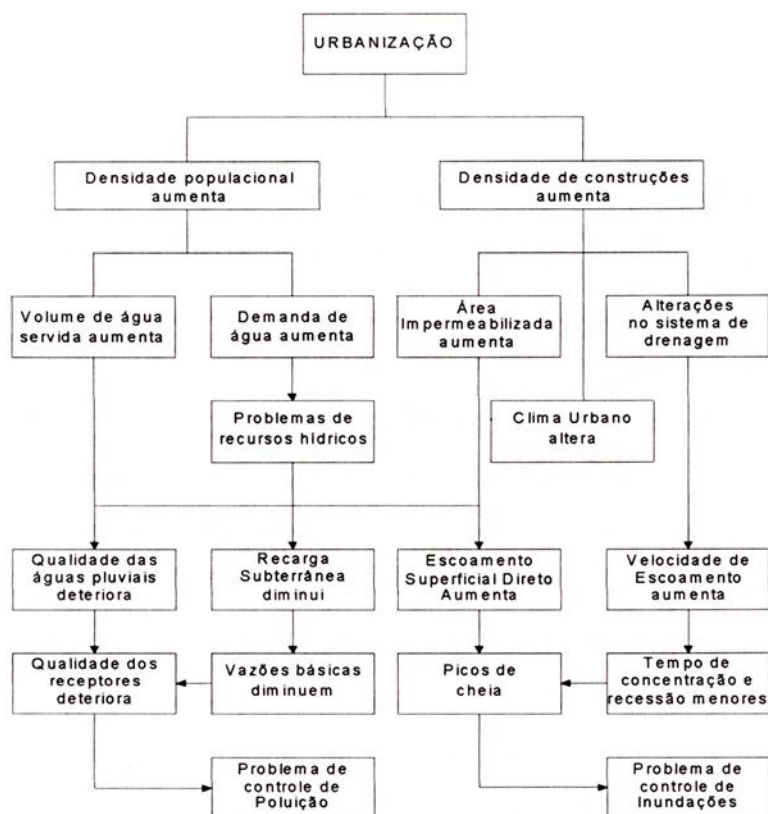


Figura 2 - Processos que ocorrem em área urbana

Fonte: PORTO (1997)

Do ponto de vista do hidrograma de enchente, com a impermeabilização do solo causada pelo processo de urbanização, o escoamento ocorre principalmente pelos condutos reduzindo a infiltração e aumentando o volume a ser escoado. Além do mais, a velocidade de escoamento aumenta, diminuindo o tempo de concentração, provocando maiores vazões nos condutores principais. Segundo LEOPOLD (apud PORTO 1995), o impacto da urbanização na vazão média de uma bacia pequena (até 1,50 km²) pode chegar a aumentar em até 6 vezes o valor da vazão natural da enchente.

De uma maneira geral, pode-se enfrentar as enchentes de duas maneiras: controlando as águas, de modo a evitar as inundações, ou providenciando para que os efeitos sejam minimizados.

1.3 AS NOVAS POSSIBILIDADES

A falta de informações precisas e exatas leva a adotar uma série de valores empíricos no processo de dimensionamento de sistemas de drenagem pluvial urbana enquanto as transformações urbanas conduzem ao sub dimensionamento dos sistemas projetados, ocupação de áreas de risco desencadeando uma série de problemas sociais, além dos investimentos financeiro necessários para adequar as estruturas físicas.

Acredita-se porém que a geração de dados na gestão pública é suficiente para suprir as informações necessárias para o gerenciamento das transformações urbanas, assim utilizando-se de ferramentas existentes para finalidades múltiplas, como o caso do Cadastro Técnico Multifinalitário, é possível gerenciar e controlar o impacto da urbanização nos sistemas de drenagem urbana sem um incremento substancial das atribuições dos órgãos públicos municipais.

O uso do Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM) permite a realização de simulações para avaliar o comportamento do sistema de microdrenagem, com alterações dos coeficientes de escoamento, a partir de alterações no nível de impermeabilização de cada unidade imobiliária.

A avaliação sobre a contribuição de cada unidade imobiliária, vias de circulação e áreas públicas na vazão a ser escoada pelo sistema de drenagem, serve de base para o planejamento de políticas de controle do escoamento pluvial.

O objetivo geral do trabalho foi utilizar o Cadastro Técnico Multifinalitário com a elaboração de um banco de dados georeferenciado para o monitoramento do impacto da urbanização nas alterações do escoamento superficial em sistemas de microdrenagem urbana.

Este estudo avalia e analisa todas as ações para adaptação do CTM para a finalidade específica, desde a elaboração da base cartográfica, definição de um banco de dados adequado, lançamento de dados e sistema de atualização.



A modelagem do banco de dados levou a necessidade de desenvolver procedimentos tanto para a aquisição de dados como sistemática de atualização, aproveitando a geração diária de dados na administração pública.

Como objetivos específicos pode-se incluir várias análises sobre o nível de impermeabilização, atualização de mapa planialtimétrico do loteamento, além da atualização de projetos da infra estrutura, mas principalmente em servir de base para o desenvolvimento de novas iniciativas que visem o acompanhamento do processo de urbanização nos sistemas de drenagem.



2 REVISÃO DA LITERATURA

Para o desenvolvimento do trabalho foi necessária uma base de conhecimento em frentes distintas do conhecimento.

A princípio foi necessário entender o processo de gerenciamento do espaço urbano, conhecer os princípios de usos e ocupação do solo e conhecer tecnologias e ferramentas disponíveis para gestão municipal.

O conhecimento sobre banco de dados relacional torna-se primordial para o objetivo proposto, assim foi fundamental o aprimoramento nas técnicas e modelos disponíveis.

As características de uma bacia hidrográfica, índices de ocupação, coeficiente de aproveitamento, tipos de pavimentação, altura de edificação e as respectivas influências nos sistemas de drenagem também são pontos importantes no desenvolvimento deste trabalho.

Os elementos hidráulicos e hidrológicos e seus relacionamentos também são de importância relevante na elaboração da base teórica do trabalho.

2.1 CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO

“Um conjunto de documentos que proporcionam a descrição física, econômica e jurídica das propriedades de um determinado território”, assim está definido cadastro de imóveis segundo (CUELLAR & GRANDCHAMP, apud PAREDES 1987).



De acordo com PHILIPS (2001), costuma-se associar o termo técnico ao cadastro para especificar um cadastro territorial criando uma referência aos métodos de levantamento e da coleta de dados, como levantamentos aerofotogramétricos, topografia, posicionamento por satélite, sensoriamento remoto e outras, porém o termo técnico pode expressar o tipo de dados, ou seja, referencia geométrica em relação a uma rede geodésica, área em metros quadrados, dimensões, entre outras.

A importância do Cadastro Técnico Multifinalitário Urbano consiste na fonte de informações sobre as propriedades urbanas que além de servir como base de apoio à busca pela justiça tributária ao que tange a cobrança dos impostos municipais, tem papel importante no planejamento urbano e também como fonte de dados e informações capaz de direcionar ações sobre o espaço urbano. De acordo com LOCH (1990), o Cadastro Técnico Multifinalitário estabelece uma ocupação racional e desejável do solo urbano desestimulando a especulação imobiliária.

Dentre as finalidades de um Cadastro Técnico Multifinalitário Urbano, segundo LOCH (1990), pode-se citar:

- Coletar as informações descritivas, ou seja, todos os elementos que caracterizam a cidade em estudo.
- Manter atualizado o sistema descritivo e o conjunto de informações que caracterizam cada propriedade imobiliária.
- Manter atualizado o sistema cartográfico. O sistema cartográfico é constituído pelo conjunto de cartas e de malha de pontos com coordenadas planas conhecidas no terreno.
- Deixar à disposição do usuário e do público em geral todas estas informações da cidade.

Em resumo, PHILIPS (2001) atribui a um cadastro técnico a necessidade de servir a várias finalidades e não mais apenas como uma base de informações para o cálculo do Imposto Predial Territorial Urbano (IPTU). Apesar da importância deste fim, investimentos em cadastro podem ser



melhores aproveitados se suas informações estiverem sendo usadas para outros fins. Com algumas reformas estruturais e atualizações metodológicas, o cadastro poderia fornecer todas as informações gráficas e descritivas que ainda são criadas por outras entidades, com investimentos múltiplos para levantamentos paralelos. Assim, PHILIPS (2001) concluiu que "O conjunto de investimentos em cadastros paralelos é mais caro e cria resultados de qualidade inferior do que um único cadastro que atende múltiplos fins, que é o cadastro multifinalitário."

2.2 BANCO DE DADOS

GÓES (2000) acredita que um banco de dados pode ser entendido como uma coleção de registros e arquivos organizados para um propósito particular. A medida que o nível de informação e inter-relação de dados torna-se complexo, é necessário um sistema de gerenciamento do banco de dados (DBMS - Data Base Manager System), que resume-se em um sistema para entrada, manipulação e análise de dados. Desta forma, é possível obter tabulações específicas, resumos estatísticos e análises.

SILBERSCHATZ (1999) afirma que um DBMS é constituído por um conjunto de dados associados a um conjunto de programas para acesso a esses dados, sendo o objetivo principal de um DBMS proporcionar um ambiente conveniente e eficiente para recuperação e armazenamento das informações do banco de dados.

SILBERSCHATZ (1999) e também GÓES (2000) acreditam que a maioria dos DBMS são constituídos por modelos de banco de dados relacional, isto implica em dizer que cada registro do banco de dados contém informações relacionadas a um único assunto e somente àquele assunto. Porém vale ressaltar que estes sistemas permitem gerenciar classes distintas de dados como um elemento único a partir de valores de dados relacionais.

GÓES (2000), apresenta algumas definições importantes quanto a terminologia pertinente a bancos de dados relacionais, tais como:



- Relação: informação sobre um único assunto, normalmente armazenada como uma tabela em um sistema de gerenciamento de banco de dados relacional.
- Atributo: informação específica sobre um assunto, normalmente é armazenado como uma coluna de dados ou um campo numa tabela.
- Relacionamento: a forma como as informações de uma relação se relacionam com outra relação.
- Associação, o processo de vincular tabelas ou consultas em tabelas por meio dos valores de seus dados relacionados.

2.3 SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA

Os sistemas de drenagem urbana são classificados de acordo com suas dimensões em sistemas de microdrenagem, também chamados de sistemas iniciais de drenagem, incluindo a coleta e afastamento das águas superficiais ou subterrâneas através de pequenas e médias galerias e sistema de macrodrenagem, compreendendo além da microdrenagem, as galerias de grande porte e os corpos receptores, tais como canais e rios canalizados.

Para desenvolvimento de um sistema de drenagem pluvial, é fundamental conhecer alguns aspectos importantes como a localização da região dentro do Estado, bacia contribuinte, levantamento planialtimétrico da área do projeto, cadastro das redes de esgotos pluviais ou de outros serviços que possam interferir no planejamento, tipo de ocupação das áreas, porcentagem de ocupação dos lotes, ocupação e recobrimento do solo nas áreas não urbanizadas pertencentes à bacia.

Um sistema de drenagem pluvial é composto por uma série de dispositivos hidráulicos, sendo fundamental o conhecimento destes termos, assim FERNANDES (1997) e BIDONE e TUCCI (1995) enumeram os principais:



Greide – é uma linha do perfil correspondente ao eixo longitudinal da superfície livre da via pública.

Guia – é a faixa longitudinal de separação do passeio com o leito viário.

Sarjeta – é a faixa de via pública, paralela e vizinhas às guias. A calha formada é receptora das águas pluviais que incidem sobre as vias públicas e que para elas escoam.

Sarjetões – calha localizada nos cruzamentos de vias públicas, formadas pela sua própria pavimentação e destinadas a orientar o fluxo das águas que escoam pela sarjeta.

Bocas de lobo – (ou caixas coletoras) são dispositivos localizados em pontos convenientes, nas sarjetas, para captação das águas pluviais.

Galerias – são condutos destinados ao transporte de águas superficiais coletadas, de maneira segura e eficiente.

Condutos de ligação – canalizações destinadas a conduzir as águas pluviais captadas nas bocas de lobo para as galerias ou poços de visita.

Poço de Visita – dispositivo localizado em pontos convenientes do sistema de galerias para permitirem mudança de direção, mudança de declividade, mudança de diâmetro e inspeção e limpeza das canalizações.

Trecho – porção de galeria situada entre dois poços de visita.

Bacia de drenagem – é a área contribuinte para a seção em estudo.

Tempo de concentração – é o menor tempo necessário para que toda bacia de drenagem possa contribuir para a seção em estudo, durante uma precipitação torrencial.

Tempo de recorrência – intervalo de tempo onde determinada chuva de projeto é igualada ou suplantada estatisticamente, também conhecido como período de recorrência ou de retorno.



Chuva intensa – precipitação com período de retorno de 100 anos.

Chuva freqüente – precipitação com período de retorno de até 10 anos.

Chuva torrencial – precipitação uniforme sobre toda a bacia.

Pluviômetro – instrumento que mede a totalidade da precipitação pela leitura do líquido acumulado em um recipiente graduado.

Pluviógrafo – instrumento que registra a evolução da quantidade de água que cai ao longo da precipitação, ou seja mede a intensidade da chuva.

Sistemas de drenagem urbana são comumente confundidos com medidas estruturais de prevenção de inundações, porém deve-se observar a importância do planejamento integrado na concepção de sistemas de drenagem pluvial.

2.4 CHUVAS

As águas de drenagem superficial são fundamentalmente originárias de precipitações pluviométricas. Assim é fundamental conhecer tipos, intensidades e formas de medições.

As chuvas, para análise hidrológica, podem ser divididas, segundo VILLELA (1975), em três tipos:

- Chuvas convectivas - que são precipitações formadas pela ascensão das massas de ar quente da superfície terrestre. O ar sofre resfriamento provocando a condensação do vapor e conseqüentemente a precipitação. Apresenta-se com curta duração, alta intensidade, freqüentes descargas elétricas e abrange pequenas áreas.
- Chuvas orográficas - provocadas pelo deslocamento de camadas de ar úmido para cima devido a existência de



elevação natural do terreno por longas extensões. Caracterizam-se por longas durações, baixa intensidade, abrangem grandes áreas e sem descargas atmosféricas.

- Chuvas frontais – as quais são originadas de deslocamento de frentes frias ou quentes contra frentes contrárias termicamente. Caracterizam-se por fortes descargas atmosféricas, precipitações intermitentes com breves intervalos de estiagem abrangendo grandes áreas.

A quantidade de água precipitada e sua intensidade são valores importantíssimos para estudos relativos à drenagem pluvial. A intensidade de uma chuva é a quantidade de chuva por unidade de tempo para um período de recorrência e duração previstos. A definição da intensidade de uma chuva em geral é feita através de análise de curvas que relacionam intensidade, duração e frequência, elaboradas a partir de dados pluviométricos anotados ao longo de vários anos de observações que antecedem ao período de determinação de cada chuva.

A equação de chuva (expressão empírica) para a região de Andradina é aconselhada pelo CTH (Centro Tecnológico de Hidráulica) :

$$i_{t,T} = 34,57425 (t + 20)^{-0,8809} + 2,69064 (t + 10)^{-0,66832} \left[-0,47656 - 0,8977 \ln \ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \quad (1)$$

sendo,

t : Tempo de concentração

T : Período de retorno

As medições das chuvas podem ser feitas por pluviômetros ou por pluviógrafos. FERNADES (1997) acredita que, devido a simplicidade de suas instalações e operação, o pluviômetro é o mais utilizado, estabelecendo a



medição do volume de água precipitado em uma área unitária. O pluviógrafo registra o volume precipitado ao longo do tempo.

Em projetos de drenagem os dados relativos às chuvas são de extrema importância. Dados inconsistentes comprometem os resultados dos estudos hidrológicos.

As principais características para desenvolvimento de estudos de drenagem urbana são: o total precipitado, sua distribuição temporal e espacial, e sua frequência de ocorrência.

2.5 DEFLÚVIO SUPERFICIAL DIRETO

O deflúvio superficial direto é o volume de água que escoar na superfície de uma determinada bacia devido a ocorrência de uma chuva torrencial. A determinação deste volume norteia o desenvolvimento de sistemas de drenagem pluvial, pois aproximar da realidade a determinação deste volume implicará em condições favoráveis para desenvolvimento de sistemas de drenagem pluvial.

Vários métodos são utilizados para determinação deste volume, os quais podem ser classificados da seguinte maneira:

- a) Medições diretas
- b) Processos comparativos
- c) Métodos analíticos
- d) Fórmulas empíricas

Os métodos mais comumente utilizados são os Métodos Analíticos, ao quais trazem na sua definição estudos matemáticos/empíricos que promovem credibilidade em seus resultados. Dentre os mais conhecidos encontram-se : Método Racional, Método do Hidrograma Unitário e Análise Estatística.



O método racional é o mais utilizado, talvez pela facilidade de manipulação das variáveis. De acordo com PORTO (1995) baseia-se em alguns princípios básicos:

- Duração da precipitação máxima de projeto é igual ao tempo de concentração da bacia.
- Adota um coeficiente único de perdas, denominado C, estimado com base nas características da bacia.
- Não avalia o período da cheia e a distribuição temporal das vazões.

Segundo FERNANDES (1987), o método relaciona axiomáticamente a precipitação com o deflúvio, considerando as principais características da bacia, tais como área, permeabilidade, forma e declividade média.

A equação que representa o método racional é expressa por BIDONE e TUCCI (1995) pela seguinte expressão :

$$Q = 0,278 \times C \times i \times A \quad (2)$$

onde,

Q : Deflúvio Superficial Direto em m³/s

C : Coeficiente de Escoamento Superficial

A : Área da bacia de contribuição em km²

i : Intensidade média de chuva para a precipitação ocorrida durante o tempo de concentração da bacia em mm/h.

Podemos, porém generalizar a expressão da seguinte forma:

$$Q = K \times C \times i \times A \quad (3)$$

onde

K : Fator de conversão de unidades



O método desconsidera alguns pontos, tais como as condições de permeabilidade dos solos após período chuvoso e retardamento natural do escoamento. Outro ponto a observar é a consideração da intensidade da chuva constante tanto no espaço como no tempo. Porém de acordo com PORTO (1995), o método tem apresentado bons resultados para bacias com áreas inferiores a 3 km².

Para definir a intensidade de uma chuva para o cálculo do deflúvio superficial, considerando um determinado período de retorno, é necessário conhecer o tempo de concentração.

O período de retorno exprime o inverso da probabilidade de um determinado evento hidrológico ser igualado ou superado em um ano qualquer, portanto está relacionado com o grau de proteção conferido à população. Em obras de microderrenagem, a CETESB (1980) recomenda valor entre 2 e 10 anos em função do tipo de ocupação da área, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Períodos de retorno em função ocupação da área

Tipo de Ocupação da Área	Período de Retorno T (anos)
Residencial	2
Comercial	5
Áreas com edifícios de serviço público	5
Aeroportos	2 a 5
Áreas comerciais e artérias de tráfego	5 a 10

Fonte: CETESB (1980)

Para o calculo do tempo de concentração existem várias equações. Na literatura especializada, encontram-se ábacos e figuras que relacionam principalmente declividade média da bacia, distância a ser percorrida e velocidade de escoamento.

O coeficiente de deflúvio superficial direto exprime a relação entre o volume a ser escoado superficialmente e o total precipitado. Justamente a grandeza que requer maior acuidade em sua determinação, devido ao grande



número de variáveis que influenciam no volume escoado, como permeabilidade, armazenamento, evaporação, retenção entre outros fatores, tornando uma adoção empírica.

Vários trabalhos relacionam os diversos tipos de superfícies de escoamento com valores de escoamento C, como apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 Coeficiente de Deflúvio em função da natureza da superfície

Natureza da Superfície	Coeficiente C
Pavimentadas em concreto	De 0,80 a 0,95
Asfaltadas em bom estado	De 0,85 a 0,95
Asfaltadas e má conservadas	De 0,70 a 0,85
Paralelepípedos rejuntados	De 0,75 a 0,85
Paralelepípedos não rejuntados	De 0,50 a 0,70
Pavimentadas com pedras irregulares	De 0,40 a 0,50
Macadamizadas	De 0,25 a 0,60
Encascalhadas	De 0,15 a 0,30
Passeios públicos (Calçadas)	De 0,75 a 0,85
Telhados	De 0,75 a 0,95
Terrenos livres e ajardinados	
Solos arenosos – Declividade até 2%	De 0,05 a 0,10
Solos arenosos – Declividade de 2 a 7%	De 0,10 a 0,15
Solos arenosos – Declividade maior que 7%	De 0,15 a 0,20
Solos pesados – Declividade até 2%	De 0,15 a 0,20
Solos pesados – Declividade de 2 a 7%	De 0,20 a 0,25
Solos pesados – Declividade maior que 7%	De 0,25 a 0,30

Fonte: CETESB (1980)

Em função da ocupação da área, outras tabelas foram desenvolvidas, assim como a Tabela 3.



Tabela 3 - Coeficiente de Deflúvio em função da ocupação da área

Ocupação da Área	Coeficiente C
Áreas centrais, densamente construídas, ruas pavimentadas	De 0,70 a 0,90
Áreas adjacentes ao centro, ruas pavimentadas	De 0,50 a 0,70
Áreas residenciais com casas isoladas	De 0,25 a 0,50
Áreas suburbanas pouco edificadas	De 0,10 a 0,20

Fonte: CETESB (1980)

Os estudos de sistemas de drenagem urbana seguem basicamente a estrutura que se encontra na Figura 3.

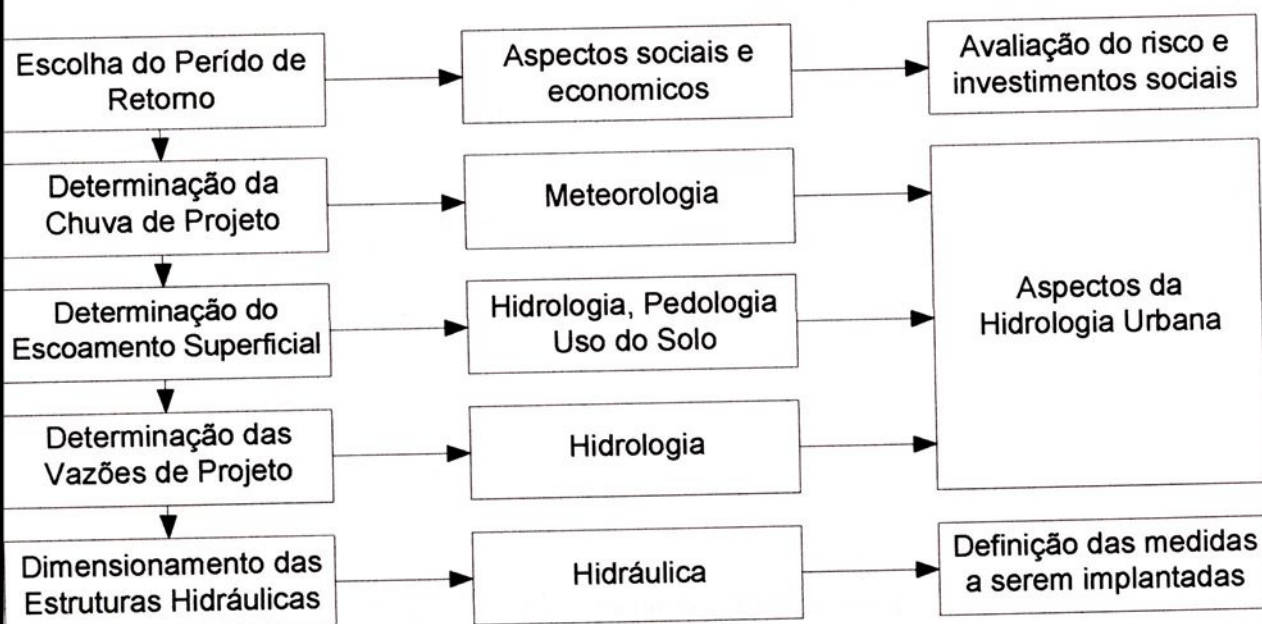


Figura 3- Estrutura básica em estudos de drenagem urbana

Fonte: PORTO (1995)

2.6 SARJETAS

As sarjetas formam canais de seção triangular e servem para coletar as águas de escoamento superficial e transportá-las até as caixas coletoras.

Segundo WILKEN (1978), a capacidade de escoamento de uma sarjeta é comumente determinada pela teoria de Manning, onde :

$$V = R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \times n^{-1} \quad (4),$$

sendo:

V : Velocidade do escoamento

R : Raio Hidráulico

I : Inclinação longitudinal da sarjeta

n : Coeficiente de rugosidade de Manning

Considerando uma sarjeta de seção em canal triangular, tem-

se:

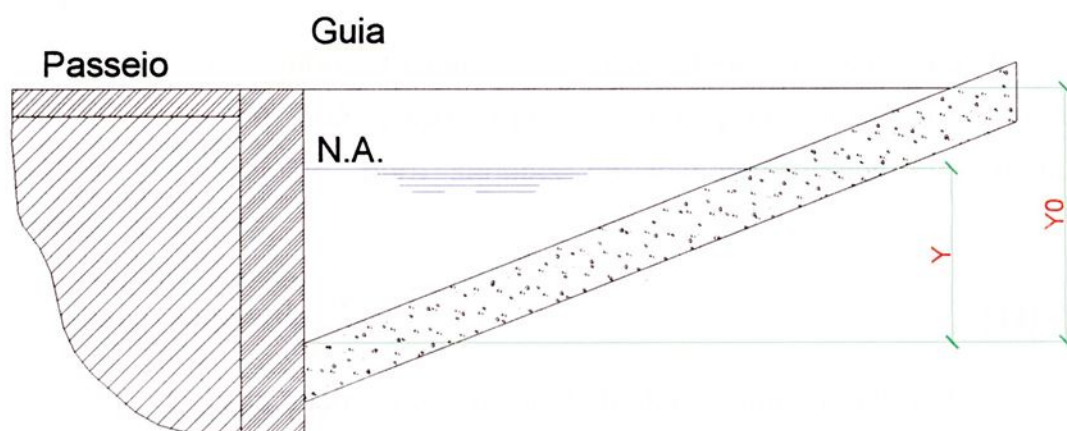


Figura 4 - Sarjeta de seção triangular

Fonte: WILKEN, 1978

$$R = \frac{y \cdot dx}{dx} = y \quad (5)$$

$$dA = y \cdot dx \quad (6)$$

$$V = R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \cdot n^{-1} \quad (7)$$

$$e \quad \frac{dx}{dy} = z \quad \text{ou} \quad dx = z \cdot dy \quad (8)$$

$$\text{logo,} \quad dQ = \left(y^{\frac{2}{3}} \cdot \frac{I^{\frac{1}{2}}}{n} \right) \cdot y \cdot dx \quad (9),$$

$$\text{ou} \quad dQ = \left(z \cdot y^{5/3} \cdot \frac{I^{1/2}}{n} \right) \cdot dy \quad (10)$$

$$\text{integrando a equação} \quad \frac{dQ}{dy} \quad (11)$$

para y variando de zero a y_0 ,

$$\text{tem-se :} \quad Q_0 = \sqrt{I} \frac{z}{n} \int_0^{y_0} y^{5/3} dy \quad (12)$$

$$\text{resultando :} \quad Q = 0,375 \cdot \sqrt{I} \frac{z}{n} \cdot y_0^{8/3} \quad (13)$$

O dimensionamento da capacidade de escoamento das sarjetas depende de sua seção típica, assim pode-se deduzir novas expressões, por exemplo, para sarjetas parcialmente cheias ou sarjetas compostas.

$$Q = 0,375 \cdot \sqrt{I} \frac{z}{n} \cdot y^{8/3}, \quad (14)$$

para seções parcialmente cheias, conforme Figura 4.

$$Q = 0,375 \cdot \sqrt{I} \frac{z}{n} \cdot (y_0^{8/3} - y^{8/3}), \quad (15)$$

para porção de sarjeta, conforme a Figura 5.

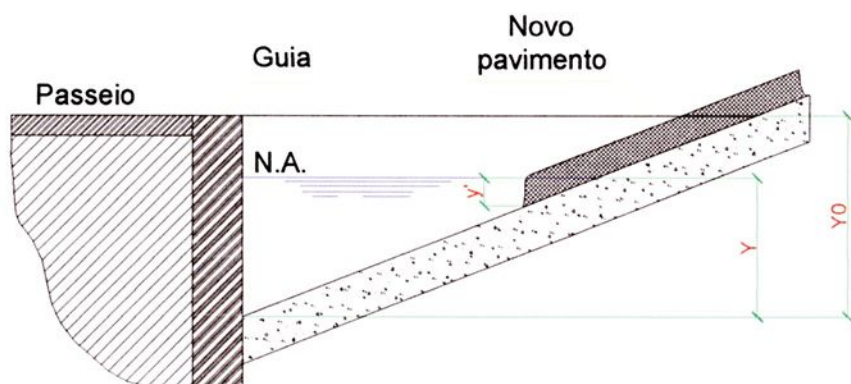


Figura 5 - Porção de Sarjeta

Fonte: WILKEN, 1978

Vale observar que vários autores atribuem um fator de redução à capacidade de escoamento das guias para permitir uma aproximação do valor teórico das limitações existentes nos casos reais em função de possíveis obstruções de sarjetas de pequena declividade.

A tabela 4 propõe alguns fatores de correção segundo a CETESB (1980).

Tabela 4 - Fator de Redução de escoamento das sarjetas

Declividade da sarjeta (%)	Fator de redução
0,4 %	0,50
1 a 3 %	0,80
5,0 %	0,50
6,0 %	0,40
8,0 %	0,27
10,0 %	0,20

Fonte: CETESB, 1980



2.7 BOCAS COLETORAS

São destinadas a interceptar as águas pluviais que escoam pelas sarjetas e encaminhá-las às tubulações subterrâneas e são qualificadas, segundo FERNANDES (1997), da seguinte forma:

- a) Quanto à estrutura de abertura:
 - Simples ou lateral
 - Gradeadas com barras longitudinais, transversais ou mistas
 - Combinada
 - Múltipla
- b) Quanto à localização ao longo das sarjetas
 - Intermediárias
 - De cruzamento
 - De pontos baixos
- c) Quanto ao funcionamento
 - Livre
 - Afogada

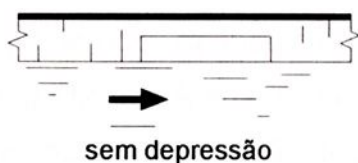
Segundo a CETESB (1980), as bocas de lobo podem ser classificadas em três grupos principais:

- a) Bocas ou ralos de Guias
- b) Ralos de sarjeta
- c) Ralos combinados

Sendo que cada um destes grupos podem ainda ser composta por depressão (rebaixamento) em relação ao nível da superfície normal do perímetro e ao seu número (simples ou múltipla). A figura a seguir ilustra os tipos de bocas coletoras.



Boca de Lobo de Guia



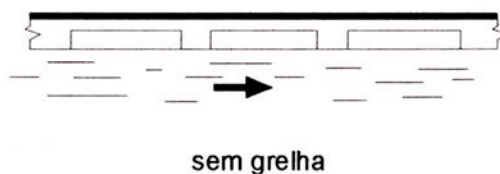
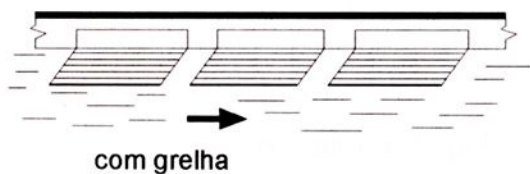
Boca de Lobo com Grelha



Boca de Lobo Combinada



Boca de Lobo Múltipla



Boca de Lobo com Fenda Horizontal Longitudinal

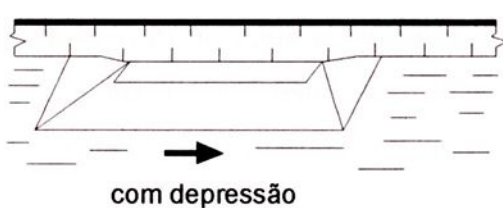


Figura 6 - Tipos de bocas-de-Lobo

Fonte: CETESB, 1980

Para projetos de sistemas de drenagem pluvial a escolha do tipo de boca de lobo é muito importante para eficiência da drenagem das águas superficiais. A análise de diversos fatores físicos e hidráulicos, tais como ponto de localização, vazão de projeto, declividade longitudinal e transversal da rua e da sarjeta, interferência no tráfego e possibilidade de obstrução.

A capacidade de engolimento de uma boca coletora lateral (de guia), quando a água acumula sobre sua superfície pode ser, segundo BIDONE e TUCCI (1995) considerada como um vertedor e a capacidade de engolimento será:

$$Q = 1,7 L y^{3/2} \quad , \quad (16)$$

onde

Q : vazão de engolimento em m³/segundo

y : altura da lamina d'água próxima a abertura em metros (incluindo a depressão se houver).

L : comprimento da abertura em metros

Quando a altura da água sobre a boca coletora for maior que o dobro da abertura na guia a vazão de engolimento deve ser calculada como orifício e a expressão deve ser:

$$Q = 3,01 L y^{3/2} (y_1/h)^{1/2} \quad , \quad (17)$$

onde

h : altura da guia em metros

y₁ : carga de abertura da guia em metros (y₁ = y – h/2) (18)

As bocas coletoras na sarjeta, normalmente com grelhas, funcionam como um vertedor de soleira livre para profundidade de lamina até 12 cm. Sendo um dos lados da grelha adjacente à guia, este lado deve ser excluído do perímetro molhado P da mesma e a Equação 19 torna-se semelhante a equação 17.

$$Q = 1,7 P y^{3/2} \quad , \quad (19)$$



onde

P : perímetro da área com abertura, excluindo a face adjacente a guia, em metros.

Ainda para bocas coletoras nas guias, para casos com altura da lamina superior a 42 cm, a vazão é calculada por

$$Q = 2,91 A y^{1/2} , \quad (20)$$

onde

A : área da grade, excluída as áreas ocupadas pelas barras da grelha, em m².

y : altura da água na sarjeta sobre a grelha.

A Figura 7 ilustra o perímetro e a área de uma boca coletora com grade.

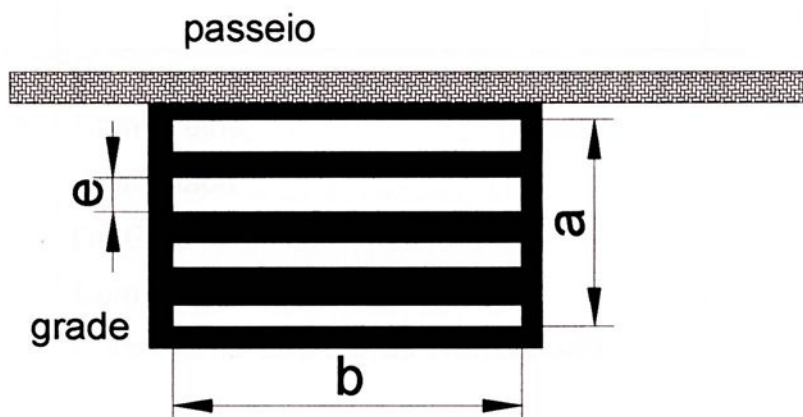


Figura 7 - Boca de Lobo com grelha

Da Figura 7 pode-se extrair as Equações (21) e (22), que determinam respectivamente o perímetro da boca de lobo e a área da seguinte forma:

$$P = 2.a + b \quad (21)$$

$$A = b. (n.e) \quad (22)$$

onde,

n: numero de aberturas

Para casos onde a altura da lamina d'água fica entre 12 e 42 cm, não existe um procedimento definido, ficando a critério do projetista a escolha do processo de calculo.

WILKEN (1978) orienta que a capacidade de engolimento real das bocas de lobo, assim como a capacidade de escoamento pelas guias e sarjetas, também é menor que a calculada devido a obstrução causada por detritos, irregularidades nos pavimentos das ruas junto às sarjetas e alinhamento real.

Assim, a CETESB (1980) também aconselha a utilização de coeficientes de redução para a vazão calculada, com a finalidade de aproximar os valores teóricos das limitações existentes nos casos reais, conforme a Tabela 5.

Tabela 5 - Fator de redução do escoamento para Bocas-de-Lobo

Localização da sarjeta	Tipo de Boca de Lobo	% permitida sobre o valor teórico
Ponto Baixo	De Guia	80 %
	Com Grelha	50 %
	Combinada	65 %
Ponto Intermediário	De Guia	80 %
	Com Grelha Longitudinal	60 %
	Com Grelha com barras Transversais	60 %
	Combinadas	110% dos valores indicados para a grelha correspondente

Fonte: CETESB, 1980



2.8 GALERIAS

As galerias são condutos fechados destinados ao transporte das águas pluviais de escoamento superficial, originárias das precipitações e captadas pelas bocas de lobo. O dimensionamento das galerias é realizado com base nas equações hidráulicas de movimento uniforme, como a de Manning, Chézy e outras, admitindo-se o escoamento em regime permanente e uniforme, Equação da continuidade, com

$$Q = V \cdot A \quad , \quad (23)$$

Q : Vazão

A : Área da seção

V : Velocidade de escoamento

e teorema de Bernouilli, com

$$Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \alpha \cdot \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \alpha \cdot \frac{v_2^2}{2g} + h_{f_{1-2}} \quad (24)$$

sendo

p : pressão,

γ : Peso específico,

α : Fator de correção de energia cinética devido a variação de velocidade na seção,

V : Velocidade de escoamento,

g : Aceleração da gravidade,

h_f : Perda de energia entre as seções em estudo.



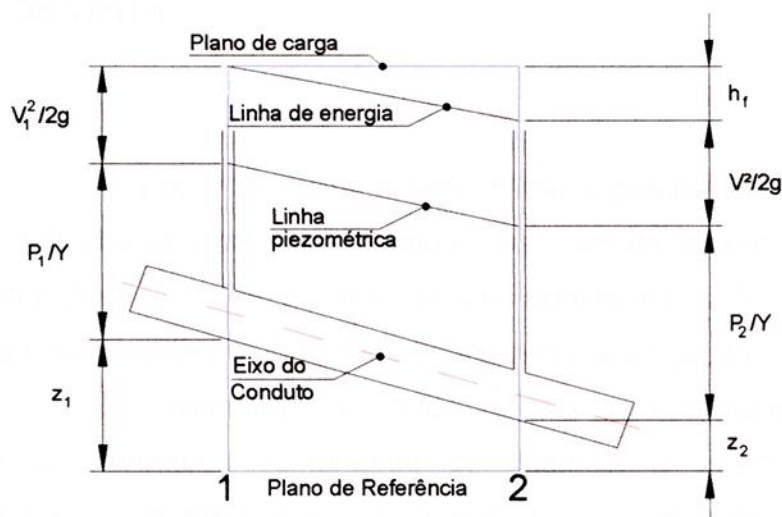


Figura 8 - Elementos da equação de energia em conduto forçado

Fonte: Fernandes (1997)

Com este princípio o dimensionamento das galerias fica condicionado a seguinte expressão:

$$Q = \frac{A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n} \quad (25)$$

onde

A : Área de drenagem

R : Raio hidráulico

S : Declividade do fundo

n : Coeficiente de rugosidade

As seções circulares são mais freqüentemente usadas em função da capacidade de escoamento maior e pela facilidade de obtenção de tubos pré moldados para confecção dos condutos.

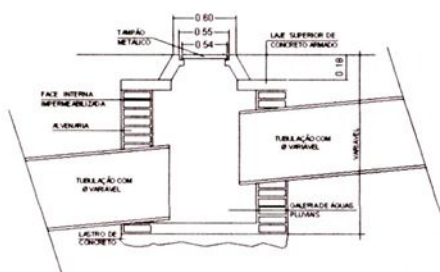
Uma questão importante nos condutos de escoamento pluvial diz respeito a velocidade de escoamento do líquido nas tubulações, assim é importante manter faixas entre 0,75 m/s a 4 m/s, em função do princípio da auto limpeza das tubulações evitando-se baixas velocidades que permitam a decomposição de materiais nas tubulações ou a danificação das paredes dos tubos em função de velocidades superiores. (FERNANDES, 1997)

2.9 POÇOS DE VISITA

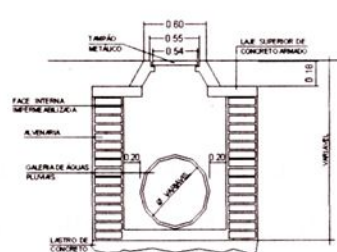
O poço de visita é uma câmara possível de ser visitada através de uma abertura na parte superior, ao nível do terreno, destinado a permitir a interligação de dois ou mais trechos consecutivos de tubulação e a execução de trabalhos de manutenção nos trechos a ele ligados.

Normalmente, um poço de visita é composto por dois compartimentos chamados comumente de chaminé e balão. O primeiro consiste na ligação entre o balão e a superfície permitindo o acesso do operador. O segundo compartimento, em função de sua dimensão, possibilita ao operador a execução de manobras de manutenção do trecho.

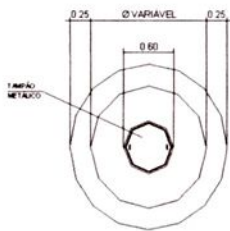
A figura 9 ilustra um poço de visita.



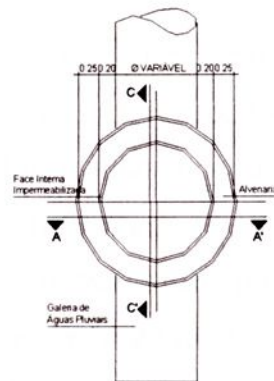
CORTE C - C'
Sem Escala



CORTE A - A'
Sem Escala



TAMPA
Sem Escala



DETALHE DO POÇO DE VISITA
Sem Escala

Figura 9 – Detalhes de um Poço de Visita

2.10 IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO

TUCCI e GENZ (1995) afirmam que o controle sobre as enchentes urbanas é um processo constante visando antecipar situações de emergência proporcionando opções de ações preventivas às corretivas reduzindo os custos sociais e econômicos das intervenções antrópicas.

A falta de planejamento e gerenciamento sobre as questões de drenagem urbana é preocupante. Segundo TUCCHI e GENZ (1995) a falta de mecanismos de controle sobre a ocupação do solo transfere para as comunidades o ônus econômico e social de responder por problemas desta natureza.

Alguns princípios básicos apontados por TUCCHI e GENZ (1995), são essenciais no desenvolvimento de sistemas de drenagem urbana:

1. As medidas não podem reduzir o impacto de uma área em detrimento de outra.
2. Associação de medidas estruturais e não estruturais.
3. Definir suporte legal para implantação do plano, como Plano Diretor e Legislações Municipal/Estadual.
4. Definição do horizonte de expansão.
5. Os ocupantes de uma bacia não devem ampliar a cheia natural.
6. Controle permanente sobre as ações na bacia.
7. Educação de técnicos, administradores públicos e da população sobre os impactos a jusante e a montante causados pela drenagem de uma área.
8. Administração sobre a aprovação de projetos de loteamentos, obras públicas e drenagens, além de observar os aspectos ambientais.
9. Normas técnicas para contemplar a filosofia de controle da bacia e a manutenção da cheia natural.



O gerenciamento e controle dos sistemas de drenagem passam pelo acompanhamento do processo de ocupação de uma área. Algumas ações públicas devem ser adotadas antes do acontecimento de alguma enchente ou outro impacto de cunho social adotando-se um programa preventivo.

Além das interferências do governo federal e estadual, que podem disciplinar os municípios quanto à atenção aos problemas relacionados a drenagem urbana, a nível local, muitas ações podem ser observadas, tais como:

- Estabelecimento de normas de ocupação e usos do solo.
- Estabelecimento de normas para lançamento de águas pluviais, mantendo o princípio de não aumentar a cheia natural.
- Fiscalização dos projetos e elaboração de estudos de acompanhamento e planejamento.
- Elaborar e manter atualizado um cadastro de prejuízos devido a enchentes.
- Adotar um manual de drenagem, para orientar técnicos no desenvolvimento de projetos e à fiscalização.

O impacto da urbanização sobre o escoamento pode ser visto sob três aspectos: segundo o balanço hídrico, nas enchentes ou nas estiagens.

O balanço hídrico é alterado com a ocupação urbana, com o aumento do volume escoado superficialmente ou através de galerias, diminuindo a recarga natural dos aquíferos e a evapotranspiração.

Na Figura 10 podem ser observadas as alterações no balanço hídrico devido ao processo de urbanização (ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT, apud TUCCI e GENZ, 1995).



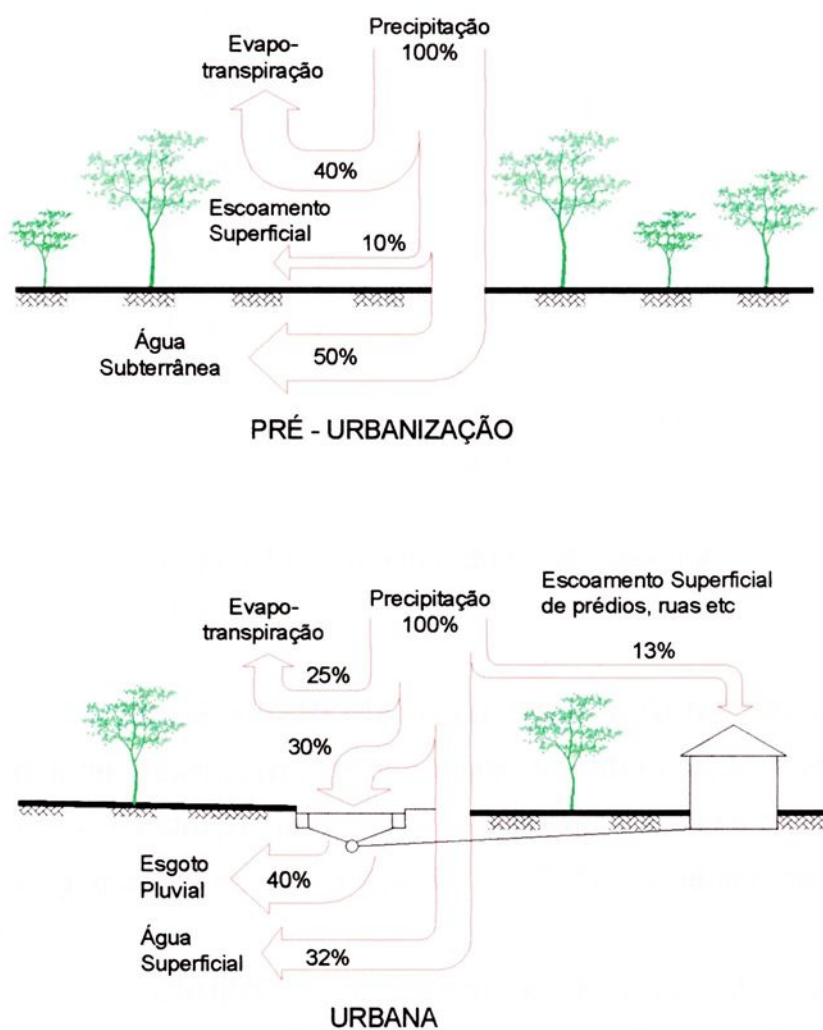


Figura 10 - Características do balanço hídrico numa bacia urbana

Fonte: OECED, 1986

As enchentes urbanas causadas pelo processo de urbanização devido à impermeabilização do solo através de telhados e pavimentação faz com que a parcela de água que anteriormente infiltrava no solo passe a escoar pelos condutos, aumentando o escoamento superficial.

LEOPOLD (apud PORTO, 1997), relacionou o crescimento das vazões máximas de cheia com a área urbanizada da bacia e observou um acréscimo em até 7 (sete) vezes na vazão natural de enchente, como ser observado pela Figura 11.

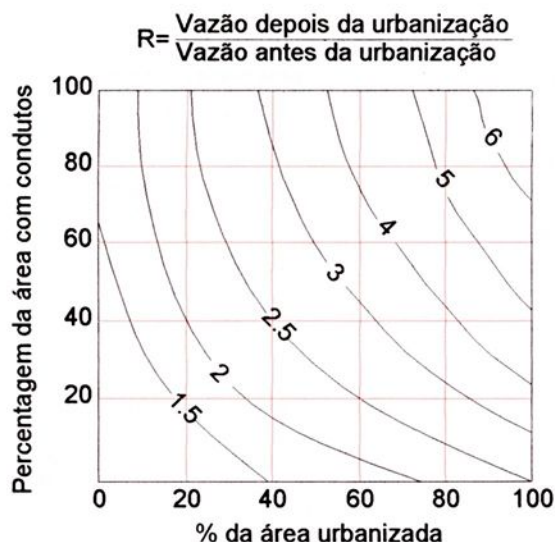


Figura 11 - Aumento da vazão máxima

Fonte: LEOPOLD, 1968

BRAS e PERKINS (apud TUCCI e GENZ, 1995), a partir de uma área natural, desenvolveram um projeto de urbanização e verificaram as transformações no hidrograma natural e na área urbanizada e concluíram que o pico do hidrograma natural aumentou de 7 a 200% e o tempo de pico reduziu de 8 a 40%.

YOSHIMOTO e SUETSUG (apud TUCCI e GENZ, 1995), relacionaram o aumento da urbanização e a redução do tempo de concentração na bacia de Tsurumi, como mostram os resultados estão apresentados na Figura 12.

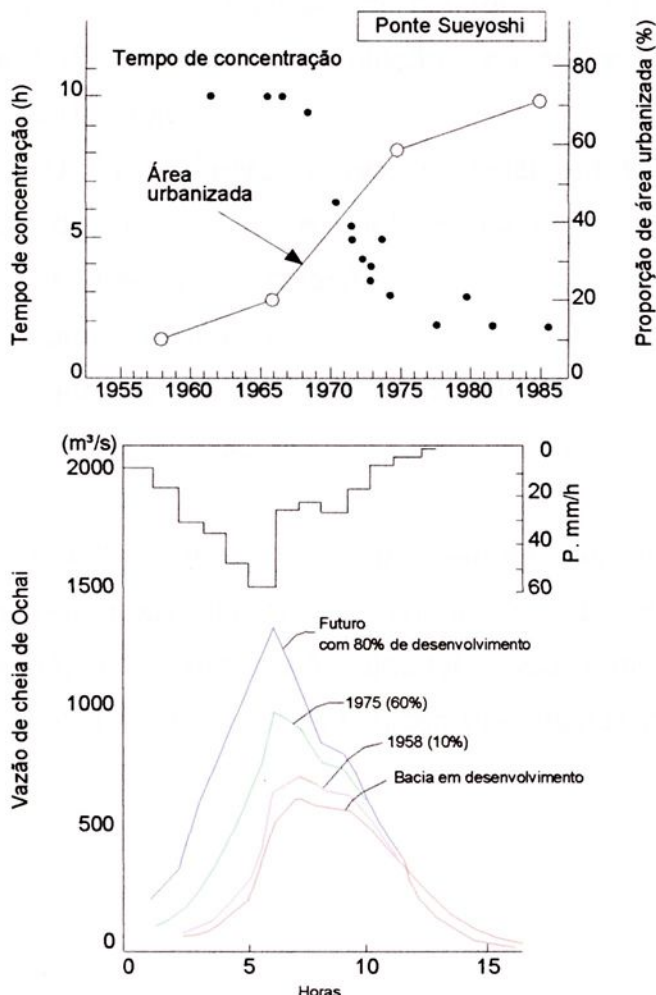


Figura 12 – Evolução urbana na bacia Tsurumi

Fonte: YOSHIMOTO e SUETSUG, 1968

As alterações no comportamento do hidrograma de enchente implicam em medidas para controle do escoamento, as quais podem ser classificadas em função de sua ação na bacia hidrográfica, em :

- Medidas de controle distribuída ou na fonte (Source Control): o controle é executado junto a parcela geradora do impacto, ou seja sobre o lote, praças ou passeios;
- Medidas de controle na microdrenagem: é o controle sobre o hidrograma resultante de um ou mais loteamentos;
- Medidas de controle na macrodrenagem: é o controle efetuado sobre os principais riachos urbanos.

As principais medidas de controle na fonte estão baseadas no aumento da área de infiltração e percolação e o armazenamento temporário em reservatórios residenciais.

TUCCI e GENZ, (1995) organizaram estas medidas de controle, em função de sua ação sobre o hidrograma, em:

- infiltração e percolação;
- armazenamento;
- aumento da eficiência do escoamento;
- diques e estações de bombeamento;

TUCCI e GENZ (1995) também afirmam que o processo de urbanização também pode trazer consequências na estiagem. Com a impermeabilização do solo, a recarga dos aquíferos pode diminuir, produzindo o rebaixamento do lençol freático e a diminuição das vazões durante o período seco.



3 MATERIAL E MÉTODOS

A proposta do trabalho em modelar um banco de dados para controlar e gerenciar o comportamento de sistemas de drenagem urbana em função do processo de urbanização das cidades foi baseado em um projeto piloto para o Loteamento Jardim Novo Horizonte, no município de Ilha Solteira.

O trabalho consistiu em modelar um banco de dados apoiado a uma base cartográfica georeferenciada e implantar um sistema de gerenciamento do comportamento da drenagem pluvial em função das transformações urbanas, utilizando o método racional para determinação da vazão de projeto.

Nesta seção estão apresentadas as etapas desenvolvidas na elaboração do trabalho, apresentando o material e os métodos utilizados no desenvolvimento da pesquisa.

3.1 MATERIAL

Em função da proposta do trabalho que preconiza a implantação de um sistema de cadastro com finalidades múltiplas, acessíveis a prefeituras de pequeno e médio porte, foram utilizados equipamentos e estruturas disponíveis para a área teste.

Para início do trabalho a prefeitura local colocou a disposição os seguintes softwares e equipamentos:

Equipamento Topográfico Estação Total Geodimeter System 600

Software Posição da Manfra & Manfra

Software Access da Microsoft

Software AutoCad R14 da Autodesk



Além destes equipamentos a Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, disponibilizou o software AutoCad Map da Autodesk.

Para o desenvolvimento do trabalho foi elaborado um boletim de informações cadastrais, aqui chamado “Boletim de Informações Cadastrais da Infra Estrutura” (BIC – IE), em função do caráter específico para o qual foi elaborado.

3.2 MÉTODOS

Para desenvolver um método de gerenciamento do aumento do escoamento superficial direto em sistemas de microdrenagem urbana baseado na utilização de um banco de dados georeferenciados, foi desenvolvido um projeto piloto para o Loteamento Jardim Novo Horizonte, no Município de Ilha Solteira.

A escolha desta área deve-se a algumas razões técnicas:

- Localizada em um divisor de águas, a área está dividida em duas bacias bem definidas sem contribuições externas.
- Processo acelerado de urbanização.
- Composto de áreas verdes, áreas públicas, vias de circulação com características distintas.

Também é importante dizer que o Loteamento foi objeto de pesquisa acadêmica servindo como base para o projeto piloto de desenvolvimento de um Cadastro Técnico Multifinalitário na cidade de Ilha Solteira, (D’ALMEIDA JR, 2001).

A Figura 13 apresenta a localização da cidade de Ilha Solteira no Estado de São Paulo e, também, o loteamento em questão na malha urbana do município.



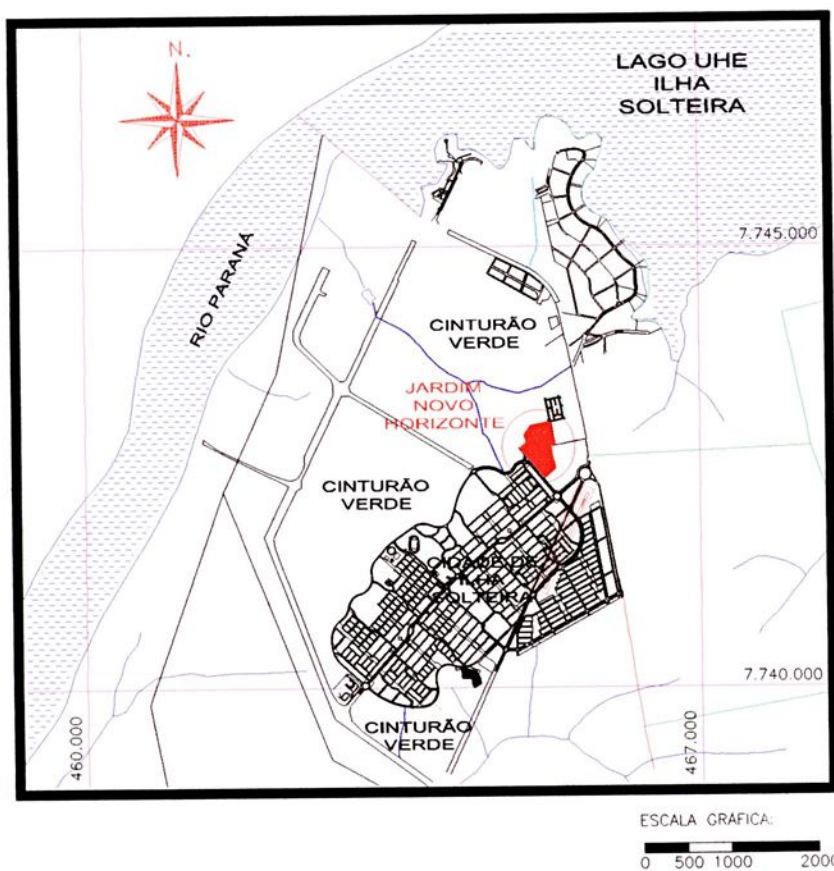
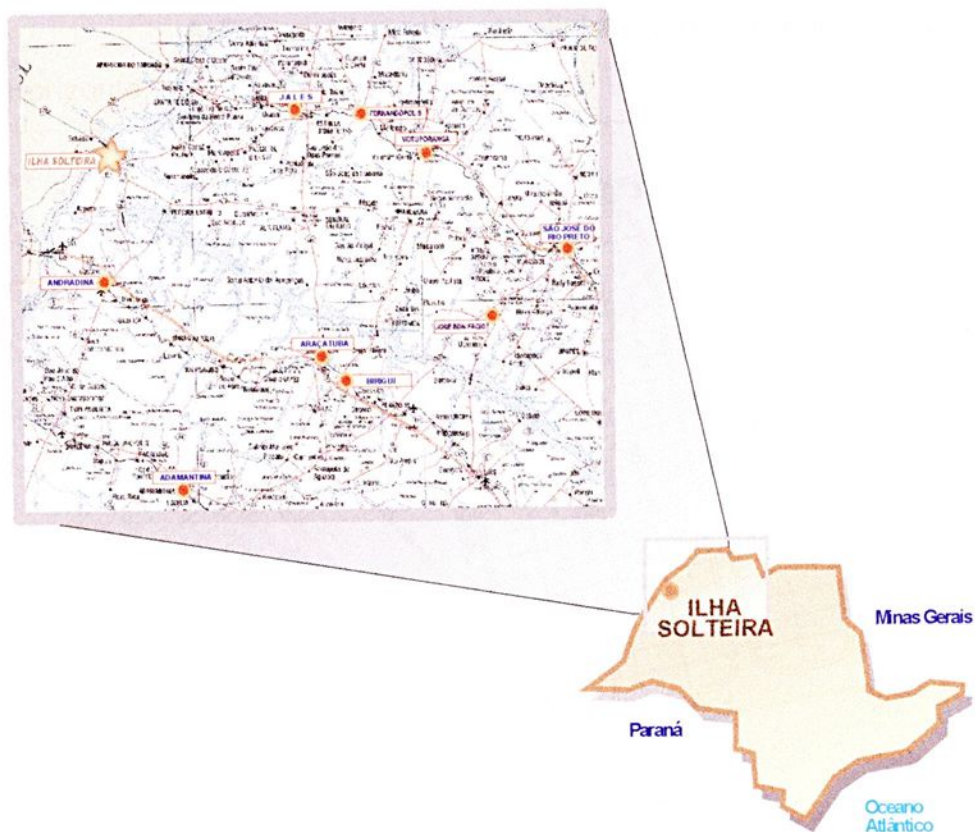


Figura 13 - Localização do Loteamento Jardim Novo Horizonte

A Figura 14 mostra, em linhas gerais, o Loteamento Jardim

Novo Horizonte.

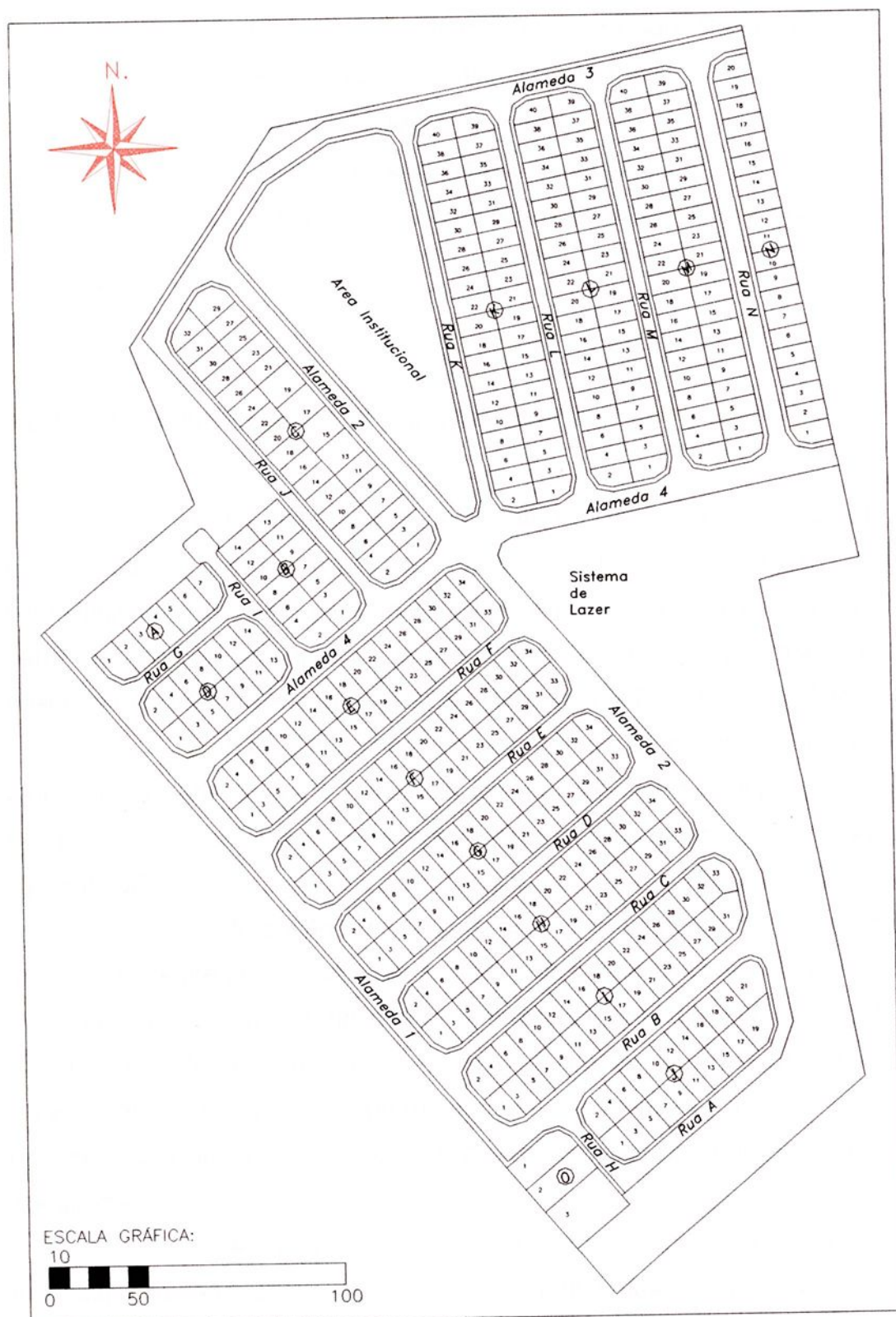


Figura 14 - Planta do Loteamento Jardim Novo Horizonte

O trabalho foi desenvolvido seguindo as seguintes etapas:

- Elaboração da base cartográfica
- Desenvolvimento do Banco de Dados Cadastrais
- Boletim de informações Cadastrais
- Coleta de dados
- Lançamento de dados e ligações
- Processo de atualização dos dados cadastrais

3.2.1 ELABORAÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA

A primeira etapa do trabalho consistiu na elaboração de uma base cadastral referenciada, para tanto foi necessário um levantamento planialtimétrico da área, georeferenciando-o ao sistema de projeção UTM, a partir de marcos topográficos existentes da poligonal topográfica fechada desenvolvida e referenciada pela CESP (Companhia Energética de São Paulo).

Este trabalho contou com o apoio da equipe de topografia do município de Ilha Solteira, composta por um topógrafo e dois ajudantes. O equipamento utilizado para os levantamentos foi uma estação total Geodimeter System 600.

A opção em utilizar este procedimento foi baseada nas dimensões da área a ser estudada e a disponibilidade da equipe de topografia e equipamentos, porém é fundamental a identificar métodos alternativos para o mapeamento da área em análise, como aplicação de imagens de satélite, levantamentos por GPS, ou aerofotogrametria, entretanto para as condições e recursos existentes o levantamento de campo garantiu uma precisão adequada.

A partir dos marcos implantados, foi executado o levantamento de todos os pontos de interesse do Loteamento, ou seja, redes de esgoto sanitário, drenagem urbana, bocas de lobo, poços de visita, guias, divisa dos lotes e posteamento da rede elétrica.



As tubulações de esgoto sanitário e drenagem pluvial foram obtidas através do levantamento das coordenadas dos poços de visita, por meio de inspeções foram determinadas as suas cotas, além dos diâmetros das tubulações a montante e jusante de cada poço de visita. Assim foi possível determinar as devidas inclinações em cada trecho.

Para efetuar o cadastramento das quadras, optou-se pelo levantamento das guias, pela facilidade do trabalho realizado com a estação total, assim com auxílio de trena foram medidas a largura das calçadas em cada face da quadra, obtendo assim a delimitação das quadras. Uma atenção maior foi dada às esquinas, pois seus cantos são arredondados, havendo a necessidade do levantamento de vários pontos para melhor identificar os pontos de início e término das curvas.

Para identificar os lotes foram levantadas as divisas frontais de todos os lotes de cada quadra, a conferência das profundidades foi realizada com auxílio de trena, a perpendicularidade das divisas foram também conferidas, porém vale ressaltar que em se tratando de um loteamento implantado pela Prefeitura Municipal e com acompanhamento técnico na construção das moradias, esperava-se não haver erros neste sentido, o que foi constatado pelos levantamentos.

O levantamento do posteamento da rede elétrica foi realizado de forma semelhante aos poços de visita, porém, para tal elemento apenas a localização de cada poste da rede foi anotada, não houve o interesse no momento do trabalho um acompanhamento para identificar transformadores, alimentadores, estruturas de rede primária ou secundária.

Paralelamente a todos esses levantamentos, foi realizado o levantamento altimétrico do loteamento, através de vários pontos nos eixos das ruas, áreas verdes e áreas institucionais, não foi considerado o platô das residências.

Os levantamentos executados em campo foram registrados no coletor de dados da Estação Total.

A transferência de dados entre o coletor de dados e o micro computador foi facilitada pelas opções do software Posição.



O software da Manfra & Manfra Cia Ltda. possibilita a transferência de dados da estação total Geodimeter System 600 em arquivos digitais.

Na tela inicial do programa optou-se pela opção (Comunicação) então seleciona-se o equipamento utilizado [Geo - Arquivo Geodimeter], a porta serial de recebimento dos dados, no caso COM1, e a velocidade de transmissão [9600]. Com o coletor conectado na porta COM1, foi ativada a opção [Listar Obras], então optou-se pela obra desejada e ativamos a opção [Montar Caderneta]. A Figura 15 ilustra este procedimento.

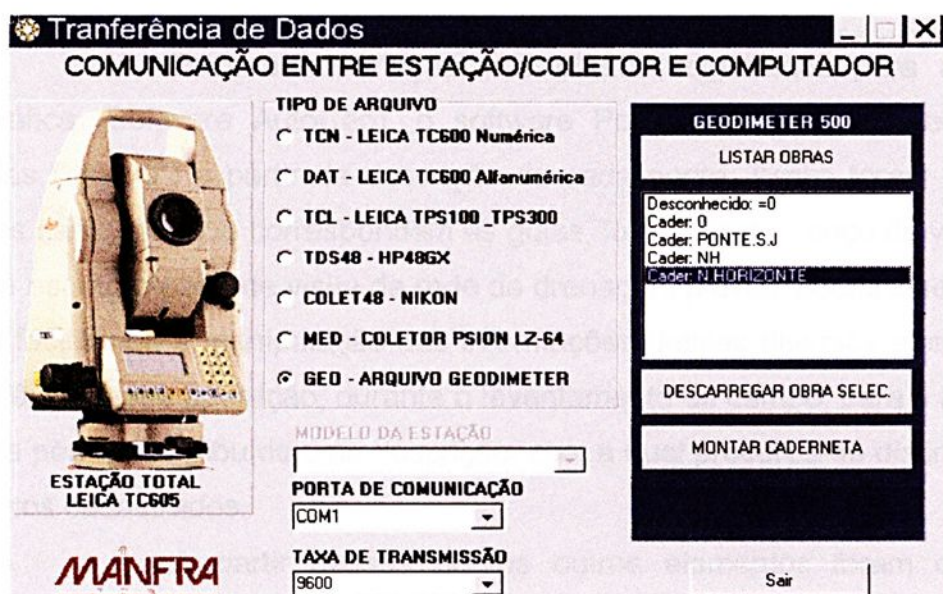


Figura 15 - Transferência de Dados Coletor - Software Posição

Quando da transferência do arquivo da caderneta de campo para o software Posição é automaticamente criado um arquivo de coordenadas com a extensão (*.xyz). Para proceder a importação desse arquivo a partir do software AutoCad R14, utilizando o menu superior (Pontos) – [Importar Pontos], então seleciona-se o arquivo desejado e escolhe-se os parâmetros e dados a serem importados, conforme apresentado na Figura 16.



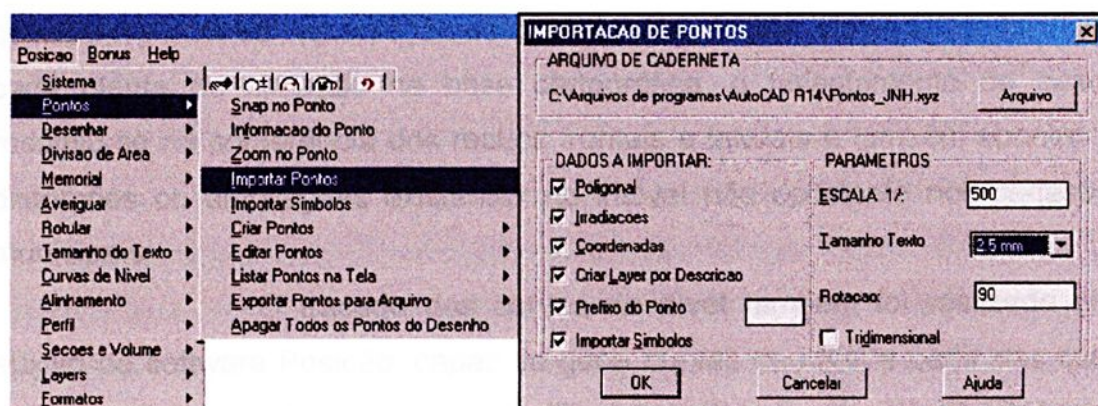


Figura 16 - Importação de Pontos - Software Posição

Para a importação dos pontos registrados para a base cartográfica (Software AutoCad), o software Posição permite a criação de camadas ("layers") a partir da descrição de cada ponto. Assim foram criadas diversas camadas, que correspondem às guias, lotes, poste, poço de visita da rede de esgoto e poço de visita da rede de drenagem pluvial, bocas coletoras e pontos facilitando a manipulação das informações desses diversos elementos. Para o êxito dessa operação, durante o levantamento de campo, para o registro de cada ponto foi atribuída uma descrição, com a qual procurou-se distinguir os elementos cadastrados.

A partir desses pontos outros elementos foram obtidos, através dos recursos de desenho e edição da ferramenta CAD, como o traçado das redes de esgoto sanitário e drenagem pluvial, eixos de rua e quadras, para os quais foram criados novos layers, como Esgoto, Pluvial, Eixo_Rua e Quadras.

Nesta etapa também foi efetuada a codificação de cada unidade imobiliária na base cartográfica. A codificação resumiu-se em uma combinação da nomenclatura Zona, Setor, Quadra e Lote. Assim, em cada lote foi inserido um texto com 12 caracteres numéricos em cada lote, identificando-o para posteriormente correlacioná-lo com a base de dados. A camada (layer) dos referidos textos foi o Tx_Lotes.

Como no Loteamento em questão a Prefeitura Municipal desenvolveu os projetos das edificações, a administração do Loteamento

possuía a planta de implantação de cada unidade residencial, a tarefa foi inserir cada planta de situação na base cartográfica, o levantamento de campo resumiu-se na conferência dos recuos frontais e laterais e também apontar as distorções ou ampliações existentes no imóvel não constante nos cadastros municipais.

O traçado das curvas de nível também foi realizado com auxílio do software Posição, capaz de gerar curvas de nível a partir das cotas de pontos selecionados. Do menu (Posição) [Curvas de Nível] [Desenhar Curvas de Nível], escolhe-se os pontos para criação das curvas de nível através da camada (layer) "Pontos".

Para geração das curvas de nível algumas configurações são requisitadas pelo software, como características da triangulação, curvas mestras, curvas auxiliares e segmento, como mostra Figura 17.

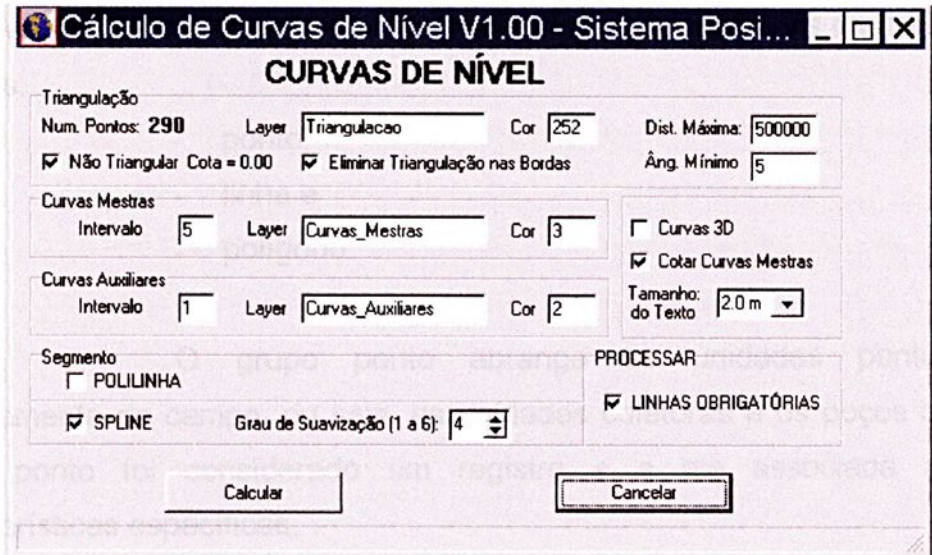


Figura 17 – Cálculo das Curvas de Nível – Software Posição

O resultado desta etapa está apresentado nos anexos, plantas planialtimétricas, localização de todos elementos estruturais do sistema de drenagem pluvial existente, como galerias, bocas coletoras, poços de visita, geometria das guias e sarjetas, levantamento do grau de urbanização com identificação das coberturas do solo, como pavimentação asfáltica, calçadas em concreto, telhas cerâmicas, áreas verdes entre outras.



3.2.2 DESENVOLVIMENTO DO BANCO DE DADOS CADASTRAIS

Para a etapa de desenvolvimento do banco de dados, o primeiro passo consistiu na identificação dos elementos necessários para determinar a contribuição da urbanização no sistema de drenagem pluvial, ou seja, tipos de cobertura do solo, unidades coletoras, dimensões e inclinação de guias, diâmetro e inclinação de galerias de drenagem.

Para a elaboração da estrutura do banco de dados, sempre teve-se em mente os princípios de dimensionamento dos sistemas de drenagem com a utilização do método racional para determinação da vazão de projeto.

Com o objetivo de atribuir uma identidade geográfica ao banco de dados, os elementos cadastrados foram classificados em três grupos básicos:

- ponto,
- linha e
- polígono.

O grupo ponto abrange as unidades pontuais do levantamento de campo, ou seja, as unidades coletoras e os poços de visita. Cada ponto foi considerado um registro e a ele associada as suas características específicas.

Quanto às unidades coletoras, chamadas bocas de lobo, a partir do levantamento de campo, foi possível identificar sua localização geográfica. Para caracterizar cada unidade coletora foram registrados os dados necessários para determinar a capacidade de engolimento. Desta forma foi necessário identificar os seguintes elementos:

- Tipo de boca de lobo, classificando-as como:
 - Boca coletora lateral,
 - Boca coletora com grelha ou
 - Boca combinada.



- Dimensões, ou seja, comprimento e largura
- Área de abertura da grade,
- Altura da água sobre a grade (considerou-se a altura da guia).

Todos estes elementos levam a perfeita identificação da unidade coletora, inclusive para determinar a capacidade de engolimento de cada unidade coletora.

Quanto aos poços de visita, além de sua localização geográfica, onde inclui a cota da tampa, observou-se também:

- a cota de fundo do poço,
- diâmetro da chaminé,
- diâmetro do balão,
- diâmetro da tubulação (ou tubulações) à montante e jusante do poço de visita.
- cotas da tubulação (ou tubulações) à montante e jusante do poço de visita.

O grupo linha consistiu no cadastramento de unidades lineares como as galerias de drenagem pluvial, as guias e sarjetas. Cada unidade linear foi dividida em trechos, com características semelhantes, de forma a compor um conjunto homogêneo. A cada trecho de cada unidade foram atribuídos dados que os caracterizam.

Para as guias e sarjetas procurou-se, no levantamento de campo, registrar todas as informações necessárias para determinar a capacidade de escoamento do conjunto guia e sarjeta.

Como o cálculo da vazão em sarjetas está baseado na fórmula de Manning, que pode ser determinada pelas Equações 13, 14 e 15, conforme o caso, para cada trecho de sarjeta foi determinado:

- Material da guia e sarjeta
- Tipo de guia (caso a ser abordado)
- Altura da Guia (y)
- Inclinação longitudinal (I)
- Inclinação transversal (z)



Para as galerias, o cadastramento do sistema existente teve como objetivo permitir a análise da capacidade de escoamento, em função das alterações urbanas. Como na área de estudo, as galerias são todas de seção circular e seu dimensionamento baseado em equações hidráulicas de movimento uniforme tais como as fórmulas de Chézy e Manning, foram estabelecidos os elementos necessários para seu cadastramento, ou seja:

- Material das galerias
- Diâmetro da Tubulação em cada trecho,
- Declividade de cada trecho,

Para identificação das galerias ficou estabelecido o seguinte:

- a galeria tronco de cada bacia terá o numero I, acrescido das letras maiúsculas A ou B, indicando cada uma das bacias;
- as galerias ramais terão os números de I I em diante;
- as numerações partirão sempre do ponto de despejo para montante;
- as galerias afluentes dos ramais conterão os números dos respectivos ramais seguido de letras minúsculas
- os poços de visita serão numerados a partir de PV0 A ou PV0 B nos pontos de despejo de cada bacia na direção de montante.

Para o terceiro grupo, polígono, foram considerados os elementos de área, como lotes, ruas e calçadas. Para cada parcela de área, a partir do levantamento de campo, foram identificadas as características que as compõe.

O levantamento em cada lote teve como objetivo definir o nível de impermeabilização e a contribuição de cada lote no sistema de drenagem, assim ficou estabelecido a necessidade de cadastrar as seguintes coberturas do solo:

- Cobertura com telhas cerâmicas
- Cobertura com telha cimento amianto
- Cobertura em laje concreto
- Calçamento em concreto
- Superfície em cascalho
- Terrenos livres e ajardinados



Com o mesmo objetivo o cadastramento dos elementos de vias públicas e calçadas deve possibilitar a determinação de índices de escoamento superficial.

Como o tipo de pavimentação é o mesmo para as diversas ruas do loteamento, o cadastramento resume-se no levantamento da área de pavimento das ruas, porém a estrutura do banco de dados deve prever a existência de outros tipos de pavimento que neste caso foi baseado na tabela de coeficientes de deflúvio em função da natureza da superfície, conforme CETESB (1980), ou seja:

- Pavimentação Asfáltica em bom estado
- Pavimentação Asfáltica em mal estado
- Pavimentação com blocos intertravados de concreto
- Pavimentação com pedras
- Via sem pavimentação (Terra)
- Calçada em concreto
- Calçada em blocos de concreto intertravados
- Calçada gramada
- Calçada sem pavimentação

A partir destes três grupos básicos, o AutoCad Map permite agregar objetos gráficos a dados ou atributos alfanuméricos de três formas:

- | | |
|-------------------|--|
| - Attribute Block | usando os próprios atributos do bloco. |
| - ObjectData | permite a criação de tabelas alfanuméricas internas ao AutoCad. |
| - DataBase | permite a conexão dos objetos gráficos à tabelas de banco de dados externos, como Excel e Access |

Em função destas possibilidades, optou-se no desenvolvimento do banco de dados, experimentar as três maneiras descritas, com o seguinte critério:

- | | |
|-------------------|--|
| - Grupo Ponto | Associação através de Attribute Block. |
| - Grupo Linhas | Associação através de Object Data. |
| - Grupo Polígonos | Associação através de DataBase. |



3.2.3 BOLETIM DE INFORMAÇÕES CADASTRAIS

Depois de definidos os itens necessários para garantir o acompanhamento do processo de urbanização e sua interferência no sistema de drenagem foi elaborado o Boletim de Informações Cadastrais, que por seu caráter particular foi chamado "Boletim de Informações Cadastrais de Infra Estrutura" (BIC-IE), que foi composto por várias fichas, uma para cada elemento a ser registrado.

A Prefeitura Municipal de Ilha Solteira possuía todos os projetos de drenagem urbana, esgoto sanitário e abastecimento de água, porém com vistoria expedita no local perceberam-se grandes distorções entre o projeto existente e as obras executadas. Em função deste fato, optou-se pelo levantamento cadastral de todas as estruturas, assim foram elaboradas fichas cadastrais para cada elemento a ser cadastrado, conforme apresentado no Anexo 1.

Apesar do objeto de estudo do trabalho abranger apenas o impacto da urbanização no sistema de drenagem do loteamento, optou-se em cadastrar também os elementos dos sistemas de esgotamento sanitário e abastecimento de água, possibilitando estudos posteriores sem a necessidade de novos levantamentos de campo.

Além do cadastro dos sistemas de saneamento, foi necessário o desenvolvimento de um procedimento para cadastro dos aspectos referentes a urbanização.

O estudo sobre como elaborar os modelos de fichas cadastrais específica para os lotes passou por dois momentos distintos. A princípio, o modelo deveria assumir o caráter multifinalitário do sistema cadastral e garantir em um único levantamento de campo, registrar dados que atendessem às diversas atividades do poder público, porém vale lembrar que a área de estudo serviu de base para desenvolvimento de um projeto piloto para implantação de um Cadastro Técnico Multifinalitário. Assim, já havia um banco de dados que caracterizava todo o loteamento, porém não abrangeu aspectos relativos ao saneamento e nível de impermeabilização do loteamento.



Além disso, a manutenção deste cadastro mostrou-ser ineficiente e hoje, dados sócio-econômicos não relatam a realidade.

Em um segundo momento, pensou-se na utilização do cadastro socioeconômico existente, considerando que tais desatualizações não influenciariam nos objetivos da pesquisa. Desta forma, o cadastramento a ser executado deveria apenas complementar aqueles existentes.

Esta segunda alternativa acabou sendo a adotada em função da agilidade no levantamento, dispensando a necessidade de novas entrevistas com moradores.

Desta forma, o boletim de informações cadastrais assumiu um caráter único para atender as necessidades do uso do cadastro técnico multifinalitário para gerenciamento do impacto da urbanização no sistema de drenagem urbana, complementando o cadastro existente.

Os modelos adotados estão apresentados no Anexo 1

3.2.4 COLETA DE DADOS

A coleta de dados seguiu o procedimento determinado pelo boletim de informações cadastrais, sendo desenvolvida em duas situações distintas, em função das características dos levantamentos.

A primeira foi executada através de levantamento, em cada unidade imobiliária, áreas públicas ou vias de circulação, as informações referentes à cobertura do solo.

Para as vias de circulação, o levantamento da cobertura do solo dispensou o uso sistemático do boletim de informações cadastrais, porém utilizando a mesma nomenclatura (codificação) do boletim cadastral, a cobertura do solo foi conseguida definindo-se polígonos fechados e atribuindo a eles, no levantamento de campo, uma descrição característica identificando-a com a cobertura específica.

Para as unidades imobiliárias o uso do boletim de informações cadastrais foi fundamental. A partir do modelo adotado, como a



Prefeitura Municipal de Ilha Solteira possuía para cada lote a planta baixa da unidade habitacional construída, esta foi anteriormente inserida no boletim de informações, bem como os dados de proprietário, endereço e codificação, utilizando-se para isso o cadastro existente. Assim, o levantamento de campo resumia-se na identificação das ampliações residenciais e cobertura do solo. Vale ressaltar que não houve preocupação de atualizar nome de proprietários. A ficha cadastral também contemplou a identificação dos pontos de lançamento de águas pluviais nas vias de circulação e a situação da calçada frontal e também lateral para lotes em esquinas.

A segunda parte da coleta de dados consistiu no levantamento das coordenadas dos poços de visita e unidades coletoras (bocas de lobo) e determinação da profundidade das tubulações a montante e jusante. Com o objetivo de atualizar e corrigir os registros referentes aos sistemas de abastecimento de água, esgoto sanitário e, principalmente, o sistema de drenagem pluvial do loteamento, procurou-se georeferenciar todos os componentes do sistema.

A chamada fase de coleta de dados não foi considerada finalizada com o levantamento de campo. A partir dos dados levantados houve a necessidade de derivá-los em outros dados.

Para isso, em cada unidade imobiliária, a partir dos dados registrados no BIC, foi necessário calcular as áreas de cada tipo de cobertura do solo.

No levantamento das redes de drenagem urbana, o procedimento foi mais complexo, a partir do levantamento topográfico foi calculada a cota para cada boca de lobo ou poço de visita e a partir do boletim de informações cadastrais, foi identificada a profundidade das tubulações a montante e jusante com o cuidado de identificar o trecho correspondente. Desta forma, foi possível determinar a inclinação das tubulações em cada trecho.

Para as guias e sarjetas, em função de sua geometria constante em todo o loteamento, adotou-se medidas padrões. Porém para a determinação da inclinação, foi utilizado como base o levantamento altimétrico, dividindo-as em trechos.



3.2.5 LANÇAMENTO DOS DADOS E ASSOCIAÇÃO

Para o lançamento dos dados seguiu-se o critério estabelecido para associação entre banco de dados e entidades gráficas, definido na elaboração do banco de dados.

Desta forma, para os dados relativos às unidades de área, como tipo de cobertura e área construída, foi utilizado um banco de dados externo, neste caso o software Access da Microsoft. Para dados relativos a unidades lineares, como rede de drenagem, rede de esgoto, rede água potável, guias e logradouros, foi utilizado o recurso de tabelas Object Data dentro do Autocad Map. Para dados relativos à unidades pontuais, como bocas coletoras e poços de visita, foi utilizado o recurso de associar informações textuais a uma entidade de desenho com a inserção, no ambiente de trabalho do AutoCad Map, de blocos com atributos.

A seguir relata-se para cada caso os procedimentos adotados para lançamento dos dados e a associação de cada elemento com a base cartográfica.

3.2.5.1 Lançamento e associação de dados relativos a unidades de área

Como a prefeitura mantinha um arquivo do software Access, que serviu de estudo para implantação de um Cadastro Técnico Multifinalitário, composto por cinco tabelas, que atribuíam a cada lotes as informações relativas à edificação, dimensões e geometria dos lote, aspectos de saúde e situação socioeconômica dos moradores, para o lançamento dos novos dados coletados nova tabela foi criada denominada "Uso_Solo".

Para a associação deste banco de dados externo à base cartográfica, adotou-se o procedimento proposto pelo software AutoCad Map.

Como na elaboração da base cartográfica cada unidade imobiliária foi identificada com um código composto por um texto com 12 (doze)



caracteres numéricos, o mesmo código foi inserido como uma chave de acesso nas tabelas do banco de dados do software Access da Microsoft.

O primeiro passo para indexação do banco de dados com a base cartográfica é, a partir do ambiente de trabalho do AutoCad Map, registrar o banco de dados. Na janela de trabalho (Project Workspace), clicando em [DataBase] ativa-se a opção [Attach], que abrirá um quadro de dialogo [Select Database Type], neste quadro seleciona-se a opção [Microsoft Access Files (*.mdb)], confirma-se em [OK]. A Figura 18 ilustra este procedimento.

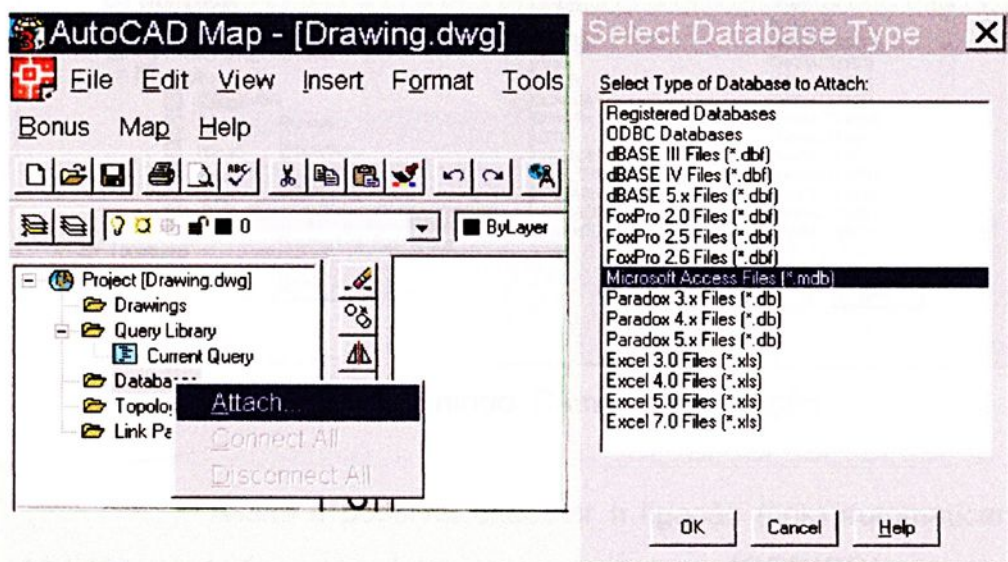


Figura 18 - Registrando um banco de dados no Software AutoCad Map

No quadro de diálogo [Attach Database] seleciona-se o arquivo correspondente ao banco de dados, para este trabalho o arquivo chamado *Novo_Horizonte.mdb*.

Um novo quadro [Connect to Environment] é apresentado para registrar uma senha de acesso e completar o procedimento de registro do banco de dados.

O AutoCad Map reconhece automaticamente o formato Access como (Environment) e o banco de dados *Novo_Horizonte.mdb*, inclusive as diversas tabelas a ele relacionadas como (Schema).

O próximo passo foi a conexão propriamente dita entre o banco de dados e a base cartográfica.

Na janela (Project Workspace) foi ativada a opção [Define Link Path Name], onde é possível selecionar as tabelas do banco de dados a serem associadas à base cartográfica, para o este trabalho seleciona-se a tabela [Uso_Solo] , no quadro [Define Link Path Name] ativa-se o campo [CODIGO] destacando a coluna [Key]. A Figura 19 ilustra este procedimento.

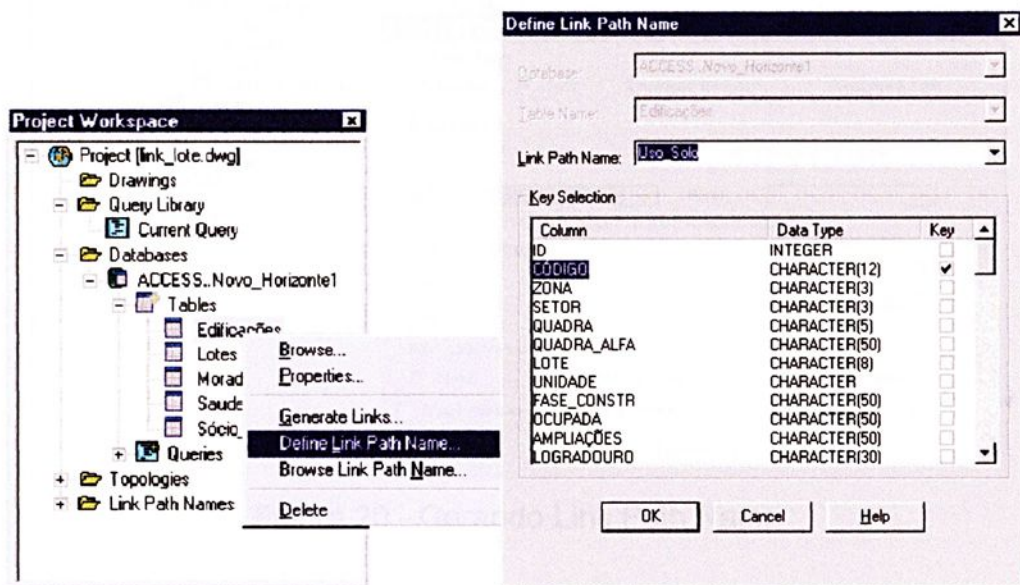


Figura 19 - Definindo Campo para ligação

Assim é possível executar a ligação (link) automaticamente dos códigos inseridos nos lotes com o campo [CODIGO] das tabelas associadas ao banco de dados. Embora o software permita atribuir um nome qualquer ao Link Path Name, para o caso da tabela [Uso_Solo] optou-se em manter o nome igual a tabela ([Uso_Solo]).

Da janela (Project Workspace) escolheu-se a tabela [Uso_Solo] e ativou-se a opção [Generate Links], no quadro [Generate Data Links], na área [Linkage Type] escolheu-se a opção [Text], uma vez que todos os códigos da base cartográfica foram inseridos como texto. Na área [Data Links], escolheu-se a opção [Create ASE Links] e escolheu-se a opção [Uso_Solo] como Link Path Name, então selecionou-se todos os textos da base cartográfica automaticamente, ao final do processamento todos os 403 registros constantes no banco de dados correlacionou-se com os 403 lotes da base cartográfica, ilustrado pela Figura 20.

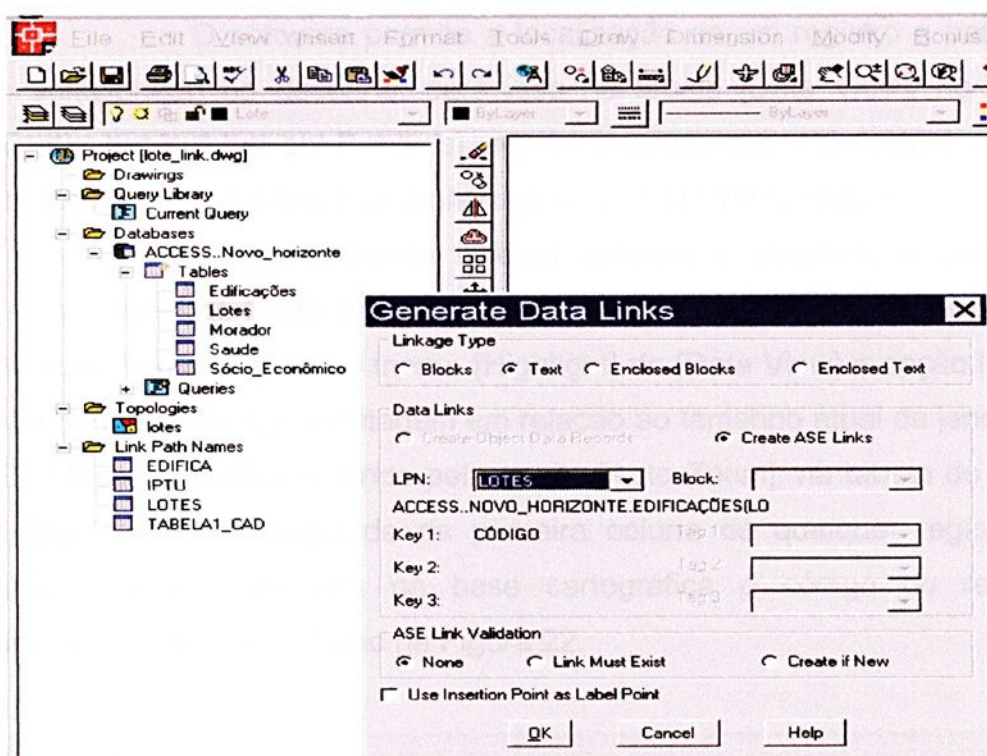


Figura 20 - Gerando Link Path Name

Em função do relacionamento é possível visualizar os dados através da opção [Data View] do AutoCad Map. Da janela (Project Workspace), ativando a opção [Browse] na tabela [Uso_Solo] o [Data View] apresenta a tabela [Uso_Solo] onde é possível atualizar o banco de dados, alterando qualquer informação sobre o mesmo. O procedimento é ilustrado pela Figura 21.

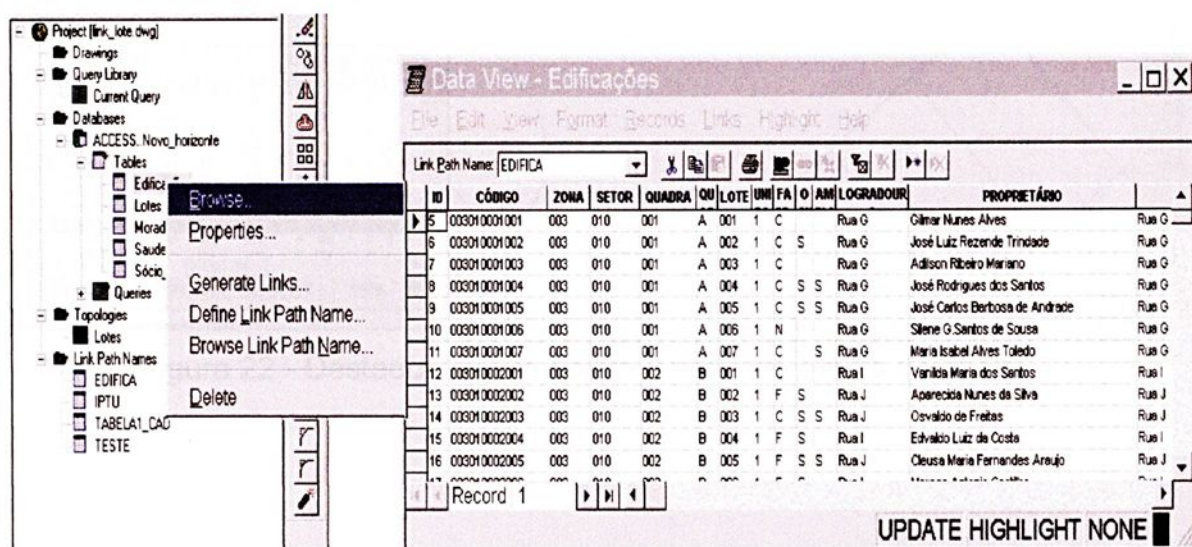


Figura 21 - Visualização do Banco de Dados Externos

O software permite a localização de um registro a partir do objeto selecionado no desenho, para isso na tabela [Data View], no menu [Highlight] , opção [highlight Records] seleciona-se qualquer objeto no desenho, o [Data View] destaca a linha de registro com o objeto selecionado.

O procedimento inverso também é possível, a partir do registro na tabela do [Data View] é possível localizar o objeto correspondente no desenho. Selecionando no menu [Highlight] do [Data View] a opção [Zoom Scale] e definindo uma porcentagem em relação ao tamanho atual da janela do AutoCad Map e também optando pela opção [Auto Zoom], na tabela do [Data View], basta clicar à esquerda da primeira coluna de qualquer registro, o software localiza e destaca na base cartográfica o código do registro selecionado, conforme ilustrado na Figura 22.

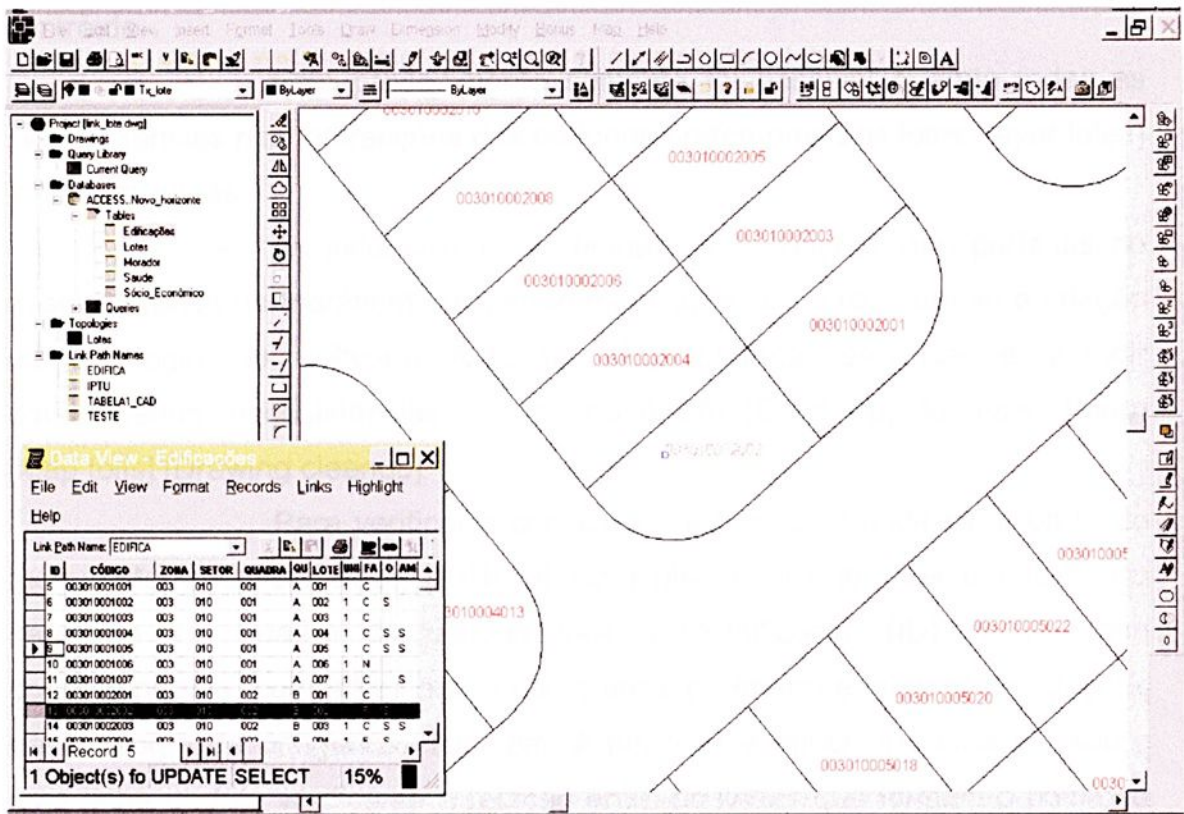


Figura 22 - Destaque de um objeto a partir do banco de dados

Com esta conexão é possível a execução de análises de polígonos baseado no banco de dados ou a execução de mapas temáticos, porém antes é necessária a criação da topologia¹ de polígonos.

A criação da topologia é conseguida do menu (Map), opção [Topology] [Create], escolheu-se o nome “*Uso_Solo*” para a topologia a ser criada, no quadro [Link Object] selecionou-se a opção de filtragem [Filter Select Object] somente para a camada de desenho de lotes (layer lotes), no quadro [Centroid Object] , que basicamente é dividido em duas partes, onde na primeira (Object Selection) definiu-se os objetos que serão usados como centróide na topologia de polígono, em nosso caso escolheu-se a camada Tx_Lote (Layer Tx_Lote), que refere-se ao código do lote. Na segunda parte (Object Creation), pode-se direcionar os centróides para uma determinada camada do desenho e ainda escolher um ponto ou bloco para representar o centróide.

Este procedimento somente foi possível quando todas as inconsistências nas interseções dos polígonos referentes aos lotes (layer lotes) foram corrigidas.

As inconsistências referem-se a ligações não perfeitas no desenho (base cartográfica), indicando mensagens de erros durante a criação da topologia. O software AutoCad Map permite identificar e corrigir determinadas inconsistências através da opção [Clean-up] do menu (Map) [Map tools] [Drawing cleanup].

Para verificar a conclusão da topologia pode-se, a partir do menu (Map) [Object Data] [Edit Object Data] selecionar-mos um texto do centróide, no quadro de diálogo terá a identificação (ID) do polígono correspondente, com informações como área, perímetro e número de ligações na topologia de polígonos. Também, é possível verificar que clicando sobre uma linha do lote verifica-se a relação entre as linhas que formam o polígono (lotes). A Figura 23 ilustra a topologia de polígono.

¹ Topologia (Topology), segundo GÓES (2000), é o relacionamento entre pontos (nodes), linhas (networks) e polígonos (polygon) que estabelece conexão e o reconhecimento entre os mesmos.



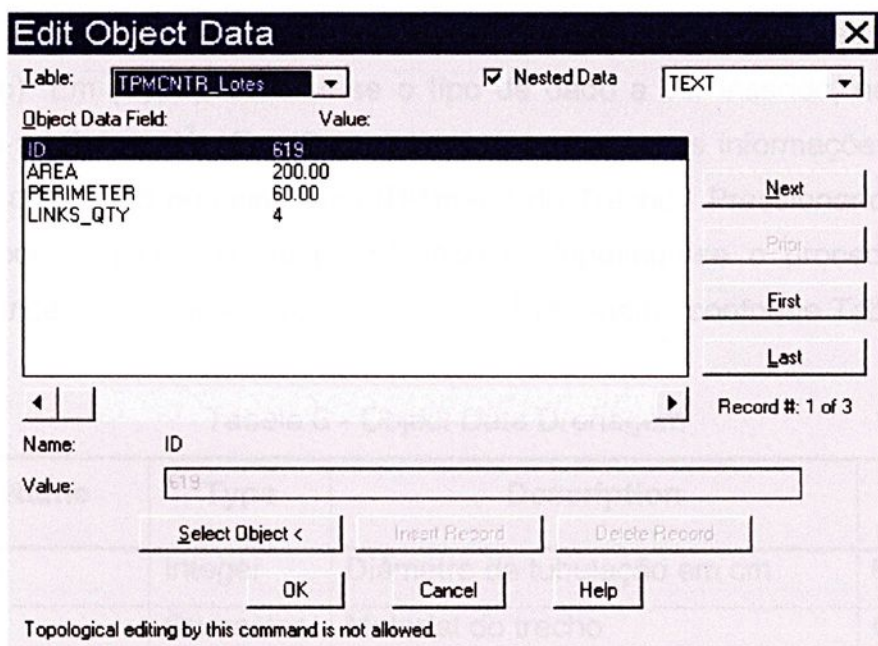


Figura 23 - Editando Topologia de Poligonos

3.2.5.2 Lançamento e associação de dados de unidades lineares

Para o segundo grupo básico de dados constituído por dados lineares como guias, logradouros, redes de drenagem, esgoto sanitário e abastecimento de água, a relação entre a base de dados e a base cartográfica foi realizada com o uso de tabelas associadas a objetos dentro do AutoCad Map, (Object data).

Os elementos lineares foram criados com a associação de vários segmentos de linhas com pontos finais coincidentes.

Para as redes de drenagem, cada trecho (segmento) foi definido como o intervalo entre poços de visita.

O primeiro passo foi estruturar a tabela de dados, baseado nos dados definidos no desenvolvimento do banco de dados. A criação das tabelas dentro do AutoCad Map seguiu o procedimento indicado por GÓES (2000). No menu (Map) escolhe-se a opção [Object Data] [Define Object Data], na caixa de diálogo clica-se em (New Table) e no espaço (Table Name) define-se o nome da tabela. A primeira tabela a ser criada foi a tabela (Drenagem), na

opção (Field Name) escolheu-se o nome do primeiro campo a ser inserido, (Diâmetro). Em (Type), escolhe-se o tipo de dado a ser inserido, neste caso escolheu-se (Integer)². Em (Description) descreve-se as informações sobre o campo, ou seja, no primeiro caso (Diâmetro do Trecho). Pressionando a tecla [ADD] pode-se incluir o campo na tabela. Repetindo-se o procedimento é possível inserir os vários campos da tabela (Drenagem), conforme Tabela 6.

Tabela 6 - Object Data Drenagem

Field Name	Type	Description	Default
Diâmetro	Integer	Diâmetro da tubulação em cm	60
Material	Character	Material do trecho	Concreto
Inclinação	Integer	Inclinação do trecho em m/m	0,005
Nomenclatura	Character	Nome do trecho	IA

Da mesma forma outras tabelas foram criadas, como as tabelas (Esgoto), (água), (Logradouros) e (Guias), respectivamente indicadas pelas Tabelas 7, 8 e 9.

Tabela 7 - Object Data Esgoto

Field Name	Type	Description	Default
Diâmetro	Integer	Diâmetro da tubulação em cm	60
Material	Character	Material do trecho	PVC
Inclinação	Integer	Inclinação do trecho em m/m	0,007
Nomenclatura	Character	Nome do trecho	IA

² Os tipos de dados nas tabelas **Object Data** podem ser (Integer) que representam informações de caráter numérico e (Character) para representar informações de caráter textual.

Tabela 8 - Object Data Água Potável

Field Name	Type	Description	Default
Diâmetro	Integer	Diâmetro da tubulação em cm	60
Material	Character	Material do trecho	PVC
Inclinação	Integer	Inclinação do trecho em m/m	0,007

Tabela 9 - Object Data Logradouro

Field Name	Type	Description	Default
Nome	Character	Nome do Logradouro	
Declividade	Integer	Inclinação da rua em m/m	0,03
Pavimento	Integer	Tipo de Pavimento	Asfalto 1

Tabela 10 - Object Data Guia/Sarjeta

Field Name	Type	Description	Default
Identificação	Character	Nome da Rua e lado	
Declividade	Integer	Inclinação da rua em m/m	0,03
Tipo	Character	Tipo de Guia	Extrusada
Altura	Integer	Altura da guia em metros	0,15
Largura	Integer	Largura da sarjeta em metros	0,40

Após a criação das tabelas foi necessário alimentar cada tabela e fixar as informações à base cartográfica.

Do menu (Map) [Object Data] [Attach / Dettach Data] selecionou-se a tabela específica na lista de tabelas e preencheu-se no espaço [Value] o valor característico para cada campo da tabela. Em [Action] clicou-se no botão [Attach to Object] e selecionou-se na base cartográfica a entidade correspondente àquelas informações. Repetiu-se o procedimento para cada campo da tabela e da mesma forma para as demais tabelas.



3.2.5.3 Lançamento e associação de dados de unidades pontuais

O terceiro grupo de dados é composto por unidades pontuais e engloba os poços de visita e as bocas coletoras. Para este grupo, como descrito anteriormente, foi utilizada uma forma primitiva de fixar informações textuais a uma entidade de desenho dentro do AutoCad, através da criação de atributos.

Seguindo as orientações de GÓES (2000), foram inseridos os blocos com atributos relacionados a cada unidade coletora e também para os poços de visita.

A partir do software AutoCad Map, o comando (DDATTEF) cria uma definição de atributo para um determinado bloco que age como um modelo (Template) para um atributo. Além disto fornece uma etiqueta (Tag), que especifica o prompt do sistema (Prompt) usado para indicar o valor do atributo quando este bloco é inserido, bem como o valor padrão (Default) para o atributo.

Para as unidades coletoras foi criado um bloco associado aos atributos constantes no Boletim de Informação Cadastral de Infra Estrutura, ou seja, código da unidade, tipo de boca de lobo, largura, comprimento, altura da guia e área de abertura da grelha. Assim, a partir do menu (Draw) (Blocks) (Define Attributes), foi criado um bloco (retângulo) para simbolizar as bocas de lobo com as seguintes opções:

- Em (Mode) optou-se pela opção [Verify] que permite, durante o processo de inserção do bloco, a verificação do valor que está sendo inserido.
- Em (Tag) foi escolhido o nome “colet”
- Em (Prompt) foi escolhido o nome “boca coletora”
- Em (Value) foi dado o código da boca de lobo, conforme numeração previamente estabelecida.
- Em (Pick Point) foi escolhido o canto do retângulo para inserir o atributo



De volta a linha de comando do AutoCad Map acionou-se o comando (Blocs), definiu-se o nome do bloco (Block Name) como BL_blocos e então repetiu-se o procedimento para os demais parâmetros.

Novamente na linha de comando do AutoCad Map optou-se pelo comando (Inset) (Blocks) e escolheu-se o bloco BL_blocos.

O mesmo procedimento foi realizado para associação dos dados cadastrais dos poços de visita à base cartográfica.

3.2.6 ATUALIZAÇÃO DE DADOS

A garantia da eficiência do uso do CTM para acompanhar o impacto da urbanização nos sistemas de drenagem está diretamente relacionada com a eficiência da sistemática de atualização das transformações urbanas no banco de dados.

Com o objetivo de não aumentar de forma significativa as atividades rotineiras das administrações públicas, foram utilizadas as equipes de fiscalização de obras e posturas e também os agentes sanitários, por estarem em constante contato com os moradores para efetuarem as anotações necessárias.

A princípio, os cadastradores apenas anotavam as alterações em cada unidade imobiliária quando notassem alguma movimentação característica de obra e então providenciavam as devidas anotações.

Esse procedimento não se mostrou eficiente, pois seis meses após o cadastramento inicial, através de um processo de amostragem novas medições foram realizadas para verificação dos processos de atualização e constatou-se a necessidade de aprimorar este desempenho.

Como os cadastradores (fiscais) alegaram a dificuldade em identificar as alterações após sua efetivação, foi adotado um novo procedimento.



Foi adotado então o uso das fichas cadastrais agrupadas pelas rotinas diárias de vistorias da fiscalização. Assim é possível identificar diferenças entre o imóvel e o cadastro e, então, promover as alterações.

Com este procedimento, foi possível também identificar algumas inconsistências do levantamento inicial.



4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa pode ser discutida sobre dois aspectos distintos:

- O primeiro, relativo ao objetivo específico do trabalho, que está baseado na utilização do cadastro técnico multifinalitário para o acompanhamento do impacto da urbanização nos sistemas de drenagem pluvial urbana. Onde são observadas as formas de utilização dos recursos disponíveis, o cadastramento da situação inicial e os métodos de acompanhamento e atualização de dados, enfim a sistemática de trabalho a ser atribuída ao gerenciador do sistema para, de forma rápida e segura, servir de suporte com informações precisas e análise do processo de urbanização e seu impacto nos sistemas de drenagem para implantação de medidas preventivas e desenvolvimento de legislação adequada.

- O segundo aspecto, em função dos levantamentos executados, permite análises específicas com relação à ocupação do solo no loteamento estudado.

4.1 QUANTO AO USO DO CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO

A própria razão do cadastro técnico multifinalitário implica em usos diversificados. Desta forma aproveitá-lo para acompanhar o impacto da urbanização nos sistemas de drenagem resume-se a uma aplicação prática desta ferramenta, porém há de ser ressaltado os caminhos e os entraves pertinentes tanto na implantação desta tecnologia como na sistemática a ser adotada para manter atualizada a base cartográfica e o banco de dados.

A discussão sobre a experiência em utilizar o CTM no acompanhamento do impacto da urbanização nos sistemas de drenagem inicia-se nos procedimentos adotados para elaboração da base cartográfica. Com certeza existem várias possibilidades para efetuar os levantamentos de campo. O procedimento adotado foi determinado em função dos equipamentos e



estrutura de apoio disponível para sua realização. Neste caso garantiu-se uma boa precisão, porém novas técnicas podem ser testadas e comparadas com o método utilizado.

Como benefício inquestionável, os levantamentos de campo proporcionaram a atualização dos projetos dos sistemas de drenagem urbana, esgotamento sanitário e abastecimento de água. Esses projetos estão apresentados no Anexo 3.

O levantamento de campo foi a etapa que demandou maior tempo de trabalho, assim a manutenção e atualização de um cadastro preciso evita a necessidade de novos levantamentos de campo. Assim a discussão está voltada para garantir um processo de atualização eficaz.

A proposta experimentou o uso dos fiscais de obras e posturas e agentes sanitários como instrumentos para manter as informações do banco de dados atualizadas. Como estes fiscais estão em constante contato com moradores, orientando e vistoriando os imóveis, acreditou-se que estes pudessem ser os responsáveis em registrar as alterações dentro dos lotes. Para isto, foi proposto o uso de cartão de anotações onde seriam registradas as alterações internas quando observadas.

Este sistema não se mostrou eficiente, pois as alterações são dinâmicas e nem sempre de simples percepção pelos fiscais. Uma alternativa testada foi o uso dos boletins cadastrais específicos para cada imóvel, contendo a situação cadastrada, permitindo que os fiscais observassem a situação de cadastro no momento da vistoria e conferissem com a situação real do imóvel.

Uma vez garantida uma sistemática eficiente de atualização e manutenção do banco de dados, o Cadastro Técnico Multifinalitário pode servir como ferramenta para implantação de medidas não estruturais de controle de enchentes.

Definido os níveis de impermeabilização em cada lote, pode-se determinar a influência de cada unidade imobiliária no sistema de drenagem. Assim seria possível transferir a cada unidade, parte compatível dos custos tanto de implantação como manutenção de sistemas de drenagem.



TUCCI (2001) apresenta um exemplo de rateio de custos de operação e manutenção de redes de drenagem atribuindo aos logradouros públicos 100% de áreas impermeabilizadas e uma impermeabilidade próxima a zero para os lotes institucionais e sistemas de lazer. Porém, para o loteamento em questão, em função do banco de dados elaborado, além de distinguir as áreas privadas e públicas do loteamento, conforme indicado na Tabela 11, é possível determinar no momento atual a porcentagem de área permeável e impermeável conforme ilustrado na Tabela 12.

Tabela 11 - Quadro de áreas do Loteamento

Descrição das Áreas	Área (m ²)	%	Tipo de Área
Lotes residenciais/comerciais	81.350,57	48,40	Privada
Lotes institucionais/lazer	43.167,61	25,68	Pública
Logradouros (Ruas e calçadas)	43.562,56	25,92	Pública
TOTAIS	168.080,74	100,00	

Tabela 12 - Impermeabilização das áreas públicas

Descrição da Área	Área (m ²)	Área Impermeável (m ²)	% de área impermeável
Verdes e Institucionais	43.167,61	205,00	0,47
Logradouros	43.562,56	35.136,53	80,66
TOTAIS	86.730,17	35.341,53	40,75

Dessa forma temos que 40,75% das áreas públicas podem ser consideradas, no momento, como impermeáveis.

Com o mesmo raciocínio, com base no banco de dados pode-se também determinar as áreas impermeáveis dos lotes considerados privados. Neste caso observa-se na Tabela 13 mostra que 68,83% das áreas de lotes privados encontram-se impermeáveis.



Tabela 13 – Impermeabilização lotes privados

Impermeabilização	Área (m ²)	%
Área impermeabilizada	55.990,47	68,83
Área permeável	25.360,10	31,17
TOTAIS	81.350,57	100,00

Mais que definir áreas impermeáveis e permeáveis, pode-se, para cada unidade imobiliária determinar a parcela de cada tipo de cobertura do solo e assim determinar um coeficiente de escoamento superficial para cada lote.

$$C_L = \frac{1}{A_L} \cdot \sum_{j=1}^n A_j \cdot C_j, \quad (26)$$

onde:

C_L : Coeficiente de Escoamento do Lote

A_L : área do Lote

A_j : área de cada tipo de cobertura

C_j : coeficientes de escoamento superficial de cada tipo de cobertura.

Em função dos coeficientes de escoamento de cada tipo de cobertura é possível estabelecer uma relação entre o volume a ser escoado por cada tipo de cobertura de solo.

Estabelecida a contribuição para o escoamento superficial de cada unidade imobiliária em uma bacia, podemos adotar o princípio da proporcionalidade com relação ao volume de escoamento superficial gerado para a cobrança de taxas de manutenção e operação dos sistemas de drenagem urbana.

Para exemplificar, consideremos que uma cobertura impermeável com coeficiente de escoamento superficial igual a 0,95 e uma área permeável com coeficiente de escoamento superficial 0,15 ($C_p=0,15$ e $C_i=0,95$).



Isto implica em dizer que o volume gerado por esta área impermeável é 6,33 vezes superior ao da área permeável.

Assim pode-se dizer que o custo total de manutenção e operação dos sistemas de drenagem podem ser dividido em função das áreas permeáveis e impermeáveis da bacia ou do loteamento. Assim, conclui-se que o custo total de operação e manutenção de uma sistema de drenagem equivale a:

$$C_t = \frac{A_b}{100} (C_{u(\text{permeável})} \cdot A_p + C_{u(\text{impermeável})} \cdot A_i), \quad (27)$$

onde,

C_t :	Custo Total de manutenção e operação do sistema de drenagem
A_b :	Área da bacia
$C_{u(\text{permeável})}$:	Custo unitário para áreas permeáveis
$C_{u(\text{impermeável})}$:	Custo unitário para áreas impermeáveis
A_p :	Parcela de áreas permeáveis em %
A_i :	Parcela de áreas impermeáveis em %

Considerando então o volume gerado por uma área permeável é 6,33 vezes maior que uma área impermeável pode-se dizer que:

$$C_t = \frac{A_b \cdot C_{u(\text{impermeável})}}{100} (6,33 \cdot A_p + A_i), \quad (28)$$

então podemos dizer que:

$$C_{u(\text{impermeável})} = \frac{100 \cdot C_t}{A_b} \cdot \frac{1}{(6,33 \cdot A_p + A_i)}, \quad (29)$$

Outro ponto importante refere-se a atribuição de dados alfanuméricos às entidades gráficas permite, com base no banco de dados, uma variedade de análises e sua representação gráfica através de hachuras, símbolos e cores em verdadeiros mapas temáticos, retratando as informações de forma clara e interpretando-as com maior rapidez.

A Figura 24 ilustra um mapa temático gerado a partir do software AutoCad Map, utilizando o banco de dados do CTM, indicando os níveis de impermeabilização de cada lote.



Figura 24 – Mapa Temático – Níveis de Impermeabilização

A Figura 25 exemplifica um mapa temático relativo aos objetos lineares como diferenciando o diâmetro das galerias.

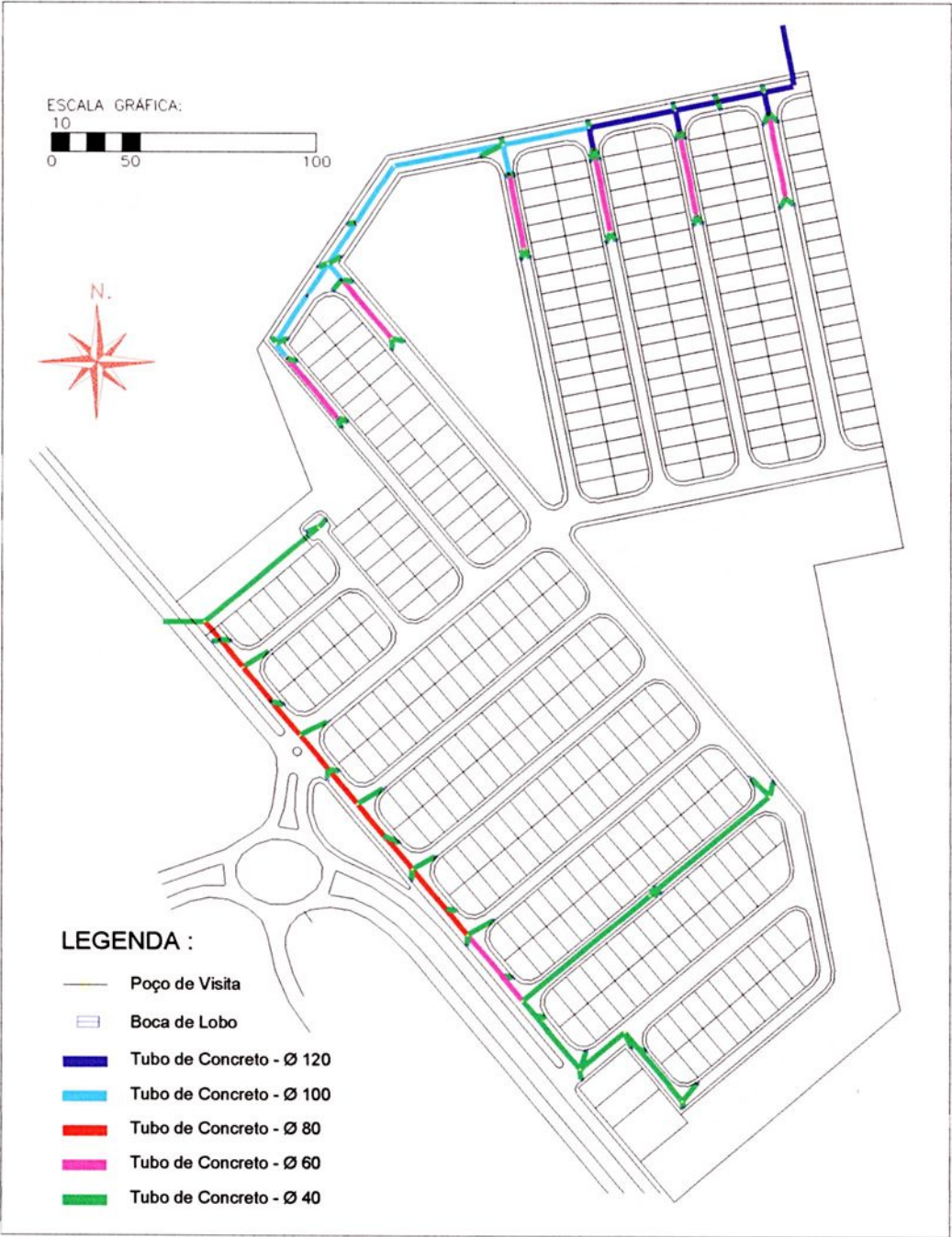


Figura 25 - Mapa Temático – Galerias de Drenagem

Outro exemplo interessante de mapa temático é a representação das calçadas pavimentadas e não pavimentadas, conforme demonstrado na Figura 26.

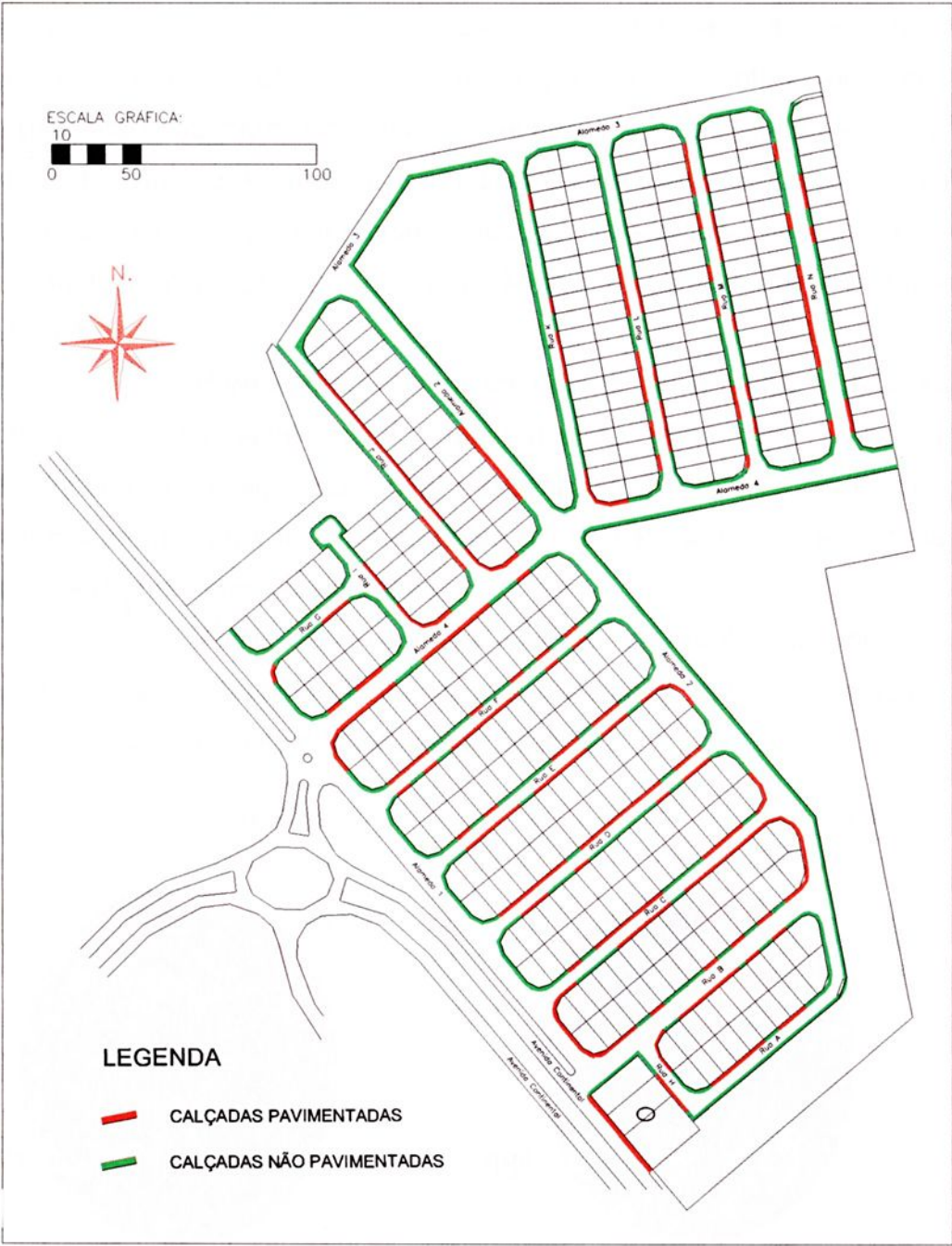


Figura 26 - Calçadas Pavimentadas e Não Pavimentadas

Na análise dos resultados é fundamental avaliar os procedimentos adotados para a sistemática de atualização dos dados referentes ao processo de urbanização.

Para aferição do procedimento de atualização dos dados foram realizadas novas medições para a conferência com os registros atualizados em dois momentos distintos, da seguinte maneira: o levantamento cadastral foi realizado em novembro de 2000, a partir de então o procedimento de atualização dos dados consistia na identificação das alterações no nível de impermeabilização dos lotes com a identificação da execução de obras no local. A primeira vistoria de conferência indicou a necessidade de aprimorar este procedimento, em função da quantidade de dados inconsistentes em relação às atualizações.

Para aprimorar a sistemática de atualização, a fiscalização, de posse do boletim de informação cadastral, efetuava a vistoria e identificava a diferença entre a situação do imóvel e o cadastro. Os boletins de informações cadastrais preenchidos foram agrupados em função da rotina de vistoria dos fiscais, facilitando suas observações.

Assim, na segunda vistoria de verificação houve uma quantidade significativamente menor de distorções entre o cadastro e a situação de campo, como observa-se no Gráfico 1.

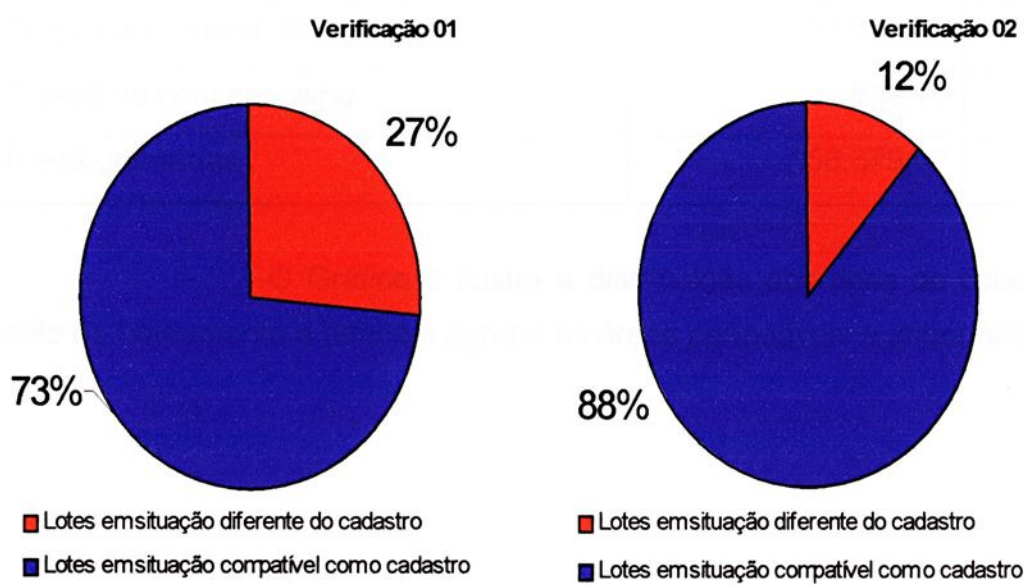


Gráfico 1 - Comparação da Eficiência dos Processos de Atualização



4.2 QUANTO AO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO DO LOTEAMENTO

O objetivo principal da pesquisa não foi determinar índices de ocupação e uso do solo, porém como o loteamento serviu de base para o estudo de uma sistemática de acompanhamento do impacto da urbanização em seu sistema de drenagem, o cadastramento desta ocupação foi inevitável, desta forma é possível calcular com precisão as taxas de ocupação e cobertura do solo, determinando assim, coeficientes de permeabilidade com grande acuidade.

Em função dos critérios adotados pela CETESB (1980) para definir o coeficiente de escoamento superficial, cujo cálculo está baseado na definição do tipo de cobertura do solo e sua fração em relação a área total da bacia. A tabela 14 identifica, os tipos de superfície do solo no loteamento.

Tabela 14 - Tipos de Cobertura de Solo

Tipos de Cobertura	Área (m2)	%
Área telhados	33.677,93	20,04
Áreas em terra nua	17.430,55	10,37
Ruas Asfaltadas	29.726,28	17,69
Calçadas e pátios de concreto	27.927,79	16,62
Superfície com cascalho	639,17	0,38
Áreas gramadas	58.679,02	34,91

O Gráfico 2 ilustra a distribuição dos tipos de cobertura do solo do Loteamento e também agrupa as áreas permeáveis e impermeáveis.



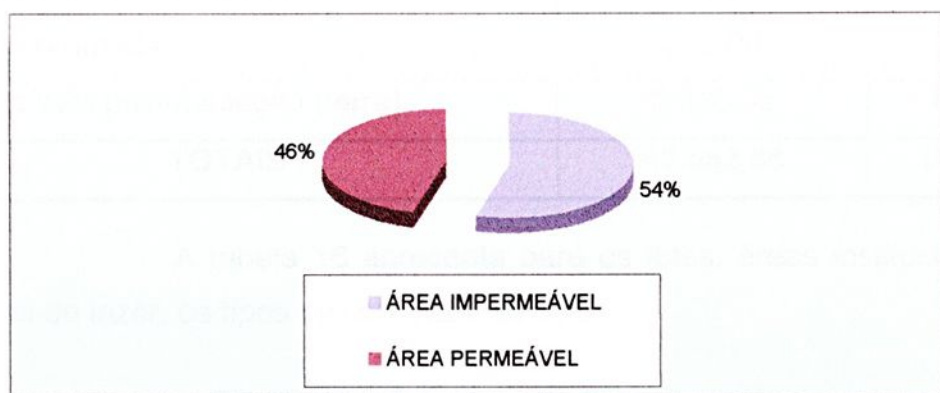
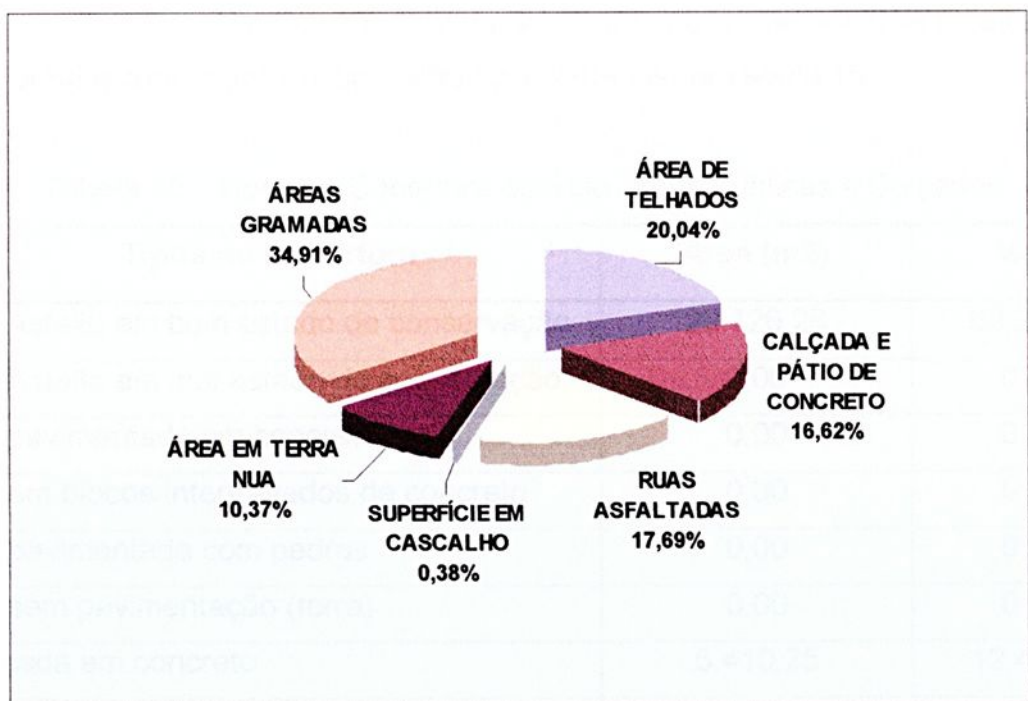


Gráfico 2 - Tipos de Cobertura do Solo

A Tabela 14 está adaptada em função dos tipos de cobertura definidos pela CETESB (1980), porém o cadastramento da cobertura do solo permite uma análise mais aprimorada também em função da natureza da superfície.

A apresentação deste estudo, em função do método de levantamento de campo, está dividida em dois blocos:

- Natureza da superfície das vias públicas e calçadas.
- Natureza da superfície dos lotes residenciais e comerciais áreas institucionais e sistemas de lazer.

Os tipos de coberturas do solo para vias públicas e calçadas conforme levantamento inicial estão apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 - Tipos de Cobertura do Solo - Vias Públicas e Calçadas

Tipos de Cobertura	Área (m2)	%
Via Asfalto em bom estado de conservação	29.726,28	68,24
Via Asfalto em mal estado de conservação	0,00	0
Via pavimentada em concreto	0,00	0
Via em blocos intertravados de concreto	0,00	0
Via pavimentada com pedras	0,00	0
Via sem pavimentação (terra)	0,00	0
Calçada em concreto	5.410,25	12,42
Calçada blocos intertravados	0,00	0
Calçada gramada	200,00	0,46
Calçada sem pavimentação (terra)	8.226,03	18,88
TOTAIS	43.562,56	100,00

A tabela 16 apresenta para os lotes, áreas institucionais e sistemas de lazer, os tipos de cobertura do solo.

Tabela 16 - Cobertura do Solo - Lotes

Tipos de Cobertura	Área (m2)	%
Cobertura telha cerâmica	29.337,75	23,56
Cobertura telha cimento amianto	1.616,66	1,30
Cobertura laje em concreto	2.723,52	2,19
Calçada em concreto	22.517,54	18,08
Superfície com cascalho (brita)	639,17	0,51
Áreas livres gramadas	58.479,02	46,97
Áreas livres terra nua	9.204,52	7,39
TOTAIS	124.518,18	100,00



Em função das características distintas entre os lotes institucionais e sistemas de lazer com os lotes residenciais e comerciais dividiu-se a Tabela 15 em duas novas tabelas distintas separando os lotes institucionais e sistemas de lazer (Lotes Públicos) dos lotes residenciais e comerciais (Lotes Particulares), conforme Tabela 17 e Tabela 18 respectivamente.

Tabela 17 - Cobertura Solo - Lotes Públicos

Tipos de Cobertura	Área (m2)	%
Cobertura telha cerâmica	75,00	0,17
Cobertura telha cimento amianto	0,00	0
Cobertura laje em concreto	0,00	0
Calçada em concreto	130,00	0,30
Superfície com cascalho (brita)	150,00	0,35
Áreas livres gramadas	41.962,32	97,21
Áreas livres terra nua	850,29	1,97
TOTAIS	43.167,61	100,00

Tabela 18 - Cobertura Solo - Lotes Particulares

Tipos de Cobertura	Área (m2)	%
Cobertura telha cerâmica	29.262,75	35,97
Cobertura telha cimento amianto	1.616,66	1,99
Cobertura laje em concreto	2.723,52	3,35
Calçada em concreto	22.387,54	27,52
Superfície com cascalho (brita)	489,17	0,60
Áreas livres gramadas	16.516,70	20,30
Áreas livres terra nua	8.354,23	10,27
TOTAIS	81.350,57	100,00



Baseado nos valores atribuídos ao coeficiente de escoamento superficial em função do tipo de cobertura, como apresentado na Tabela 2, o agrupamento destas tabelas permite determinar com precisão o coeficiente de escoamento superficial, utilizando-se do critério proposto por WILKEN (1978) e CETESB (1980).

Tabela 19 - Cálculo do Coeficiente de Escoamento Superficial Médio

Tipo de Superfície		Fração da área Total (a)	Coef. (C) (b)	Produto (a) x (b)
Lotes Públicos	Cobertura telha cerâmica	0,0004	0,95	0,0004
	Cobertura telha cimento amianto	0,0000	0,90	0,0000
	Cobertura laje em concreto	0,0000	0,90	0,0000
	Calçada em concreto	0,0008	0,85	0,0007
	Superfície com cascalho (brita)	0,0009	0,50	0,0005
	Áreas livres gramadas	0,2497	0,15	0,0375
	Áreas livres em terra nua	0,0051	0,20	0,0010
Lotes Privados	Cobertura telha cerâmica	0,1741	0,95	0,1654
	Cobertura telha cimento amianto	0,0096	0,90	0,0086
	Cobertura laje em concreto	0,0162	0,90	0,0146
	Calçada em concreto	0,1332	0,85	0,1132
	Superfície com cascalho (brita)	0,0029	0,50	0,0015
	Áreas livres gramadas	0,0983	0,15	0,0147
	Áreas livres terra nua	0,0497	0,20	0,0099
Lozradouros	Via Asfalto em bom estado de conservação	0,1769	0,95	0,1681
	Calçada em concreto	0,0322	0,85	0,0274
	Calçada gramada	0,0012	0,15	0,0002
	Calçada sem pavimentação (terra)	0,0489	0,20	0,0098
TOTAIS		1,00	$\Sigma (a.b) =$	C=0,5733

Fonte: WILKEN (1978)



A determinação deste coeficiente de escoamento superficial representa o grau de urbanização ou, se preferir, as condições de impermeabilidade do loteamento na situação atual. Este valor pode ser comparado com os valores adotados pela Prefeitura Municipal de Ilha Solteira para o dimensionamento do sistema de drenagem do loteamento.

O valor adotado previa uma ocupação não muito densa com ruas e calçadas pavimentadas conduzindo, segundo WILKEN (1978) a adotar um valor para o Coeficiente de Escoamento Superficial, $C = 0,70$.

O valor encontrado no momento ($C = 0,5733$) está 18,10% abaixo do adotado pela Prefeitura Municipal na elaboração do projeto de drenagem do loteamento, porém deve ser ressaltado que o loteamento encontra-se em pleno processo de urbanização com grande potencialidade para aumentar o nível de impermeabilização, principalmente nas áreas públicas institucionais e de lazer que atualmente encontram-se praticamente inexploradas estão previstas construções de grande porte como escolas, centro de saúde e centro de lazer que causaram impactos significativos no nível de impermeabilização destas áreas.

As áreas compostas por lotes residenciais e comerciais também tendem a aumentar o nível de impermeabilização. Estes acréscimos podem conduzir ao sub dimensionado o sistema de drenagem existente.

A parcela de área expressiva correspondente a lotes institucionais e sistemas de lazer 25,68 % do loteamento ainda encontra-se praticamente sem edificações o que contribui significativamente para a diminuição do coeficiente de escoamento superficial.

O nível de impermeabilização em cada lote comparado com a área dos terrenos permite agrupá-los em classes de impermeabilização, conforme demonstrado na Tabela 20.



Tabela 20 – Nível de impermeabilização dos Lotes Residenciais e Comerciais

Nível de impermeabilização	Quantidade de lotes	
	Quantidades	%
Lotes sem ocupação	37	9,25 %
Lotes até 50% área impermeabilizada	153	38,25 %
Lotes até 70% de área impermeabilizada	64	16,00 %
Lotes acima de 70% de área impermeabilizada	146	36,50 %

A distribuição do nível de impermeabilização do solo pode ser melhor observada pelo Gráfico 3.

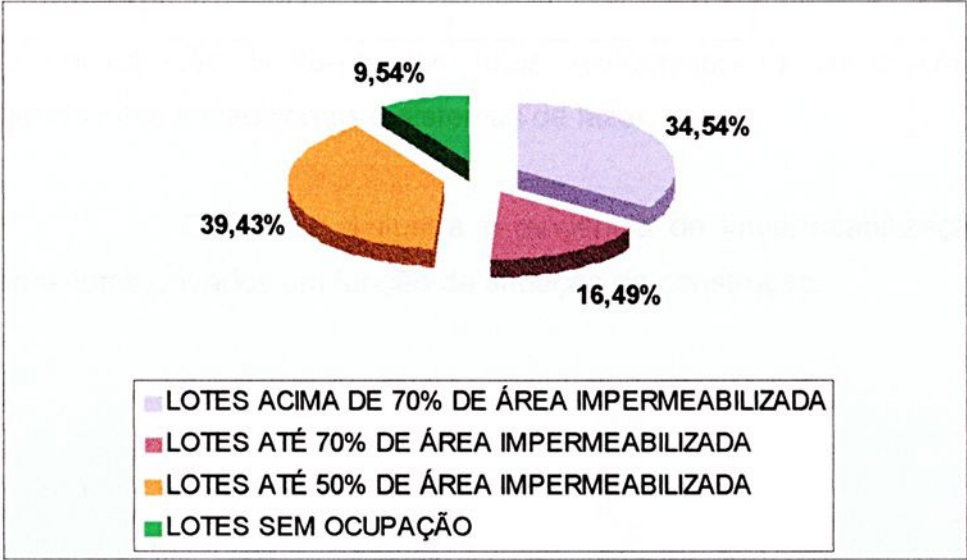


Gráfico 3 - Nível de Impermeabilização dos Lotes Privados

Um certo cuidado deve ser aqui observado. Apesar de 38,25% dos lotes apresentarem nível de impermeabilização de até 50% da área do imóvel, efetuando uma comparação entre obras em construção (ainda não concluídas) e nível de impermeabilização observa-se as relações da Tabela 21.



Tabela 21 - Comparação Situação das obras e Nível de impermeabilização*

	Até 50% de Impermeabilização (unidades)	De 50% a 70% de impermeabilização (unidades)	Mais de 70% de impermeabilização (unidades)
Obras Concluídas	31	28	127
Obras em execução	56	13	7
Obras Paralisadas	66	23	12
TOTAIS	153	64	146

* Esta comparação limita-se aos lotes residenciais e comerciais, não abrangendo lotes institucionais e sistemas de lazer.

O Gráfico 4 ilustra a tendência de impermeabilização nos chamados lotes privados em função da situação da construção.

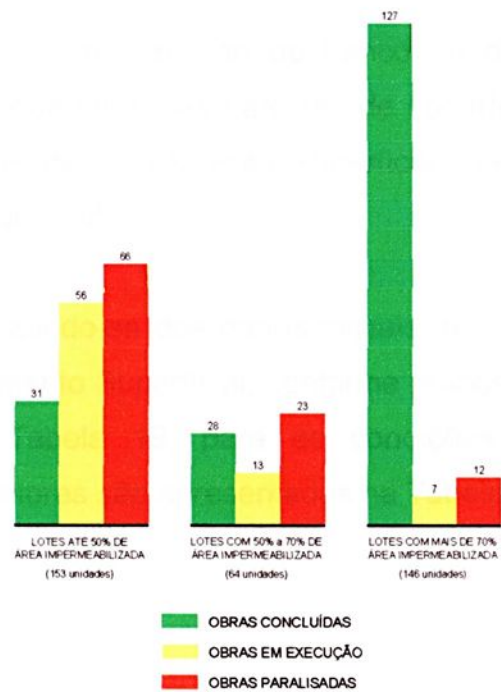


Gráfico 4 - Situação da Obra e Nível de Impermeabilização



Esta comparação ilustra a tendência de aumento do grau de impermeabilização uma vez que as obras concluídas representam apenas 20,26 % dos imóveis com até 50 % de impermeabilização.

O processo de urbanização também pode ser analisado se compararmos a situação inicial do nível de impermeabilização dos imóveis cadastrada no segundo semestre do ano de 2000 com a situação atual existente no banco de dados em função das constantes atualizações. Esta comparação pode ser sintetizada pela Tabela 22.

Tabela 22 - Comparação nível de impermeabilização

FAIXA DE IMPERMEABILIZAÇÃO	Novembro 2000	Fevereiro 2002
Lotes sem ocupação	59 un	37 un
Lotes com até 50% de impermeabilização	167 un	153 un
Lotes de 50% a 70% de impermeabilização	62 un	64 un
Lotes com mais de 70% de impermeabilização	112 un	146 un

* Esta comparação limita-se aos lotes residenciais e comerciais, não abrangendo lotes institucionais e sistemas de lazer.

Com a manutenção do banco de dados no momento do cadastramento inicial que indica as parcelas de cobertura do solo é possível determinar coeficiente de escoamento superficial naquela oportunidade e compara-lo com o valor atual.

Utilizando-se dos dados iniciais, reproduzimos o cálculo do Coeficiente de Escoamento Superficial, conforme proposto por WILKEN (1978) e demonstrado na Tabela 19, para as condições na oportunidade do levantamento, cujos valores são apresentados na Tabela 23.



Tabela 23 - Calculo do Coeficiente de Escoamento Superficial momento inicial

Tipo de Superfície		Fração da área Total (a)	Coef. (C) (b)	Produto (a) x (b)
Lotes Públicos	Cobertura telha cerâmica	0,0004	0,95	0,0004
	Cobertura telha cimento amianto	0,0000	0,90	0,0000
	Cobertura laje em concreto	0,0000	0,90	0,0000
	Calçada em concreto	0,0000	0,85	0,0000
	Superfície com cascalho (brita)	0,0000	0,50	0,0378
	Áreas livres gramadas	0,2518	0,15	0,0378
	Áreas livres em terra nua	0,0047	0,20	0,0009
Lotes Privados	Cobertura telha cerâmica	0,1354	0,95	0,1286
	Cobertura telha cimento amianto	0,0063	0,90	0,0057
	Cobertura laje em concreto	0,0056	0,90	0,0050
	Calçada em concreto	0,0997	0,85	0,0847
	Superfície com cascalho (brita)	0,0037	0,50	0,0019
	Áreas livres gramadas	0,1501	0,15	0,0225
	Áreas livres terra nua	0,0832	0,20	0,0166
Logradouros	Via Asfalto em bom estado de conservação	0,1769	0,95	0,1681
	Calçada em concreto	0,0097	0,85	0,082
	Calçada gramada	0,0028	0,15	0,0004
	Calçada sem pavimentação (terra)	0,0698	0,20	0,0140
TOTAIS		1,00	Σ (a.b)=	C=0,4948

Fonte: WILKEN (1978)

Desta forma pode-se analisar a diferença entre o escoamento superficial no inicio da pesquisa em novembro 2000 (Tabela 23) e a situação atual, com base na manutenção constante do banco de dados (Tabela 19).



Comparando então a evolução do nível de impermeabilização do solo para o loteamento entre os meses de novembro de 2000 e março de 2002, observa-se que ocorreu um acréscimo de aproximadamente 15,86% em apenas dezesseis meses demonstrando o alto índice de urbanização por qual passa o loteamento.

O Gráfico 5 ilustra evolução do nível de impermeabilização do solo nos lotes públicos, lotes privados e logradouros.

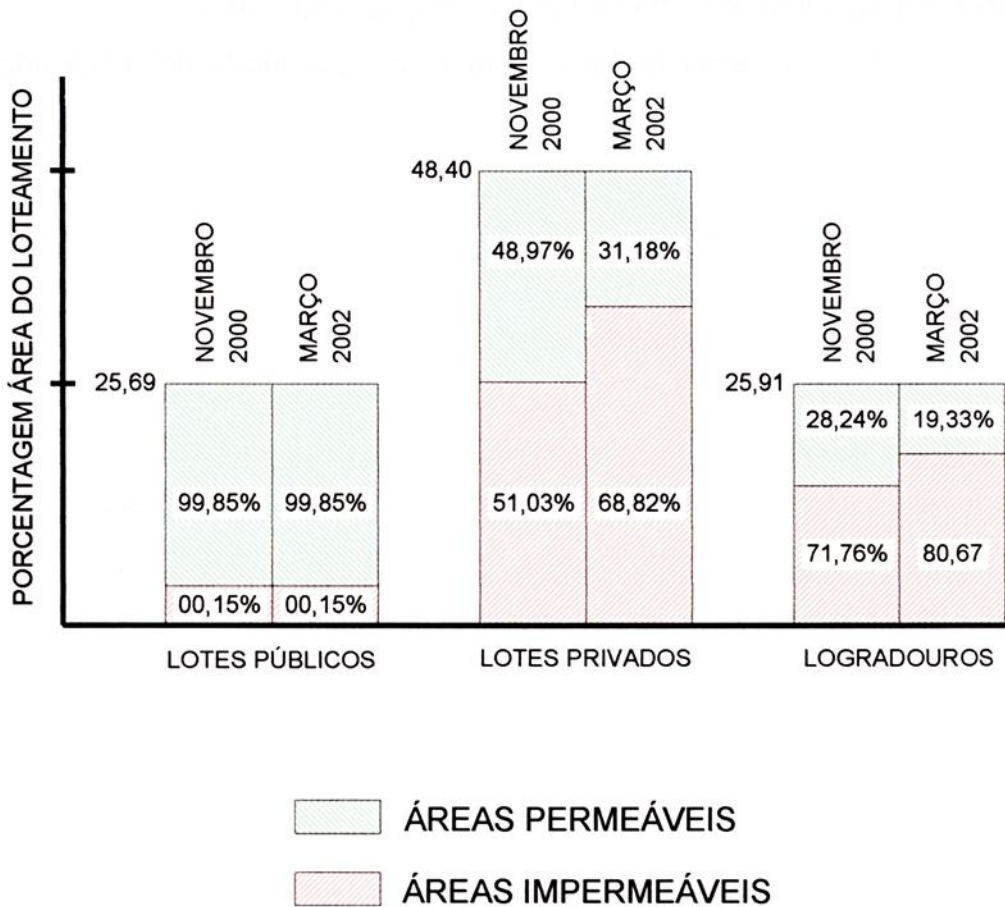


Gráfico 5 - Evolução do nível de impermeabilização do solo

Observa-se a partir do Gráfico 5 que lotes públicos, que representam 25,69% da área do Loteamento, não sofreram nenhum processo de impermeabilização do solo.

Por outro lado, os chamados lotes privados, que possuíam, no início do trabalho (Novembro 2000) 51,03% de sua área impermeável, encontram-se hoje impermeáveis uma área correspondente a 68,82%.

Como o Coeficiente de Escoamento Superficial contribui diretamente com a vazão a ser escoada, pode-se concluir que para uma chuva de mesma intensidade a vazão a ser escoada atualmente é 15,86% superior àquela de novembro de 2000.

O levantamento e manutenção da base de dados permitem, da mesma forma, calcular a vazão de projeto que cada lote contribui para o sistema de drenagem e assim servir de base para o desenvolvimento de políticas específicas de controle e gerenciamento da drenagem urbana.

Esta contribuição individual pode ser reduzida por medidas de controle no lote (Source Control) que mantenha a cheia natural.



5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A área escolhida para desenvolvimento do projeto piloto foi oportuna, uma vez que o acelerado processo de urbanização pelo qual passa o loteamento permitiu avaliar, em pequeno espaço de tempo, não apenas as transformações das características de ocupação, mas também para o objetivo principal do trabalho, que foi analisar a eficiência do sistema de registro de dados e relacionamentos dentro da realidade municipal.

O impacto da urbanização sobre uma bacia hidrográfica e sobre a própria população não pode ser tratado da mesma forma inconseqüente com que os municípios vêm abordando.

O acompanhamento sistemático da ocupação urbana permite a formulação de políticas de ocupação do solo urbano baseado na realidade local sem a necessidade de novos levantamentos de campo, justamente a etapa com maior grau de dedicação.

O método utilizado para levantamento e cadastramento inicial pode ser diferenciado para cada situação em função dos recursos disponíveis.

A utilização do cadastro técnico multifinalitário para gerenciamento da drenagem urbana mostra-se como ferramenta importante na formulação de legislações adequadas que permita beneficiar contribuintes que implementem projetos para manutenção da cheia natural, principalmente os controles distribuídos, que enfocam medidas de abrangência de um lote (source control), possibilitando a implantação de incentivos tributários a essas ações que visam manter a cheia natural, e também implantar, com eficiência, um sistema de cobrança do uso dos sistemas de drenagem baseado na contribuição individual de cada unidade imobiliária.

A sistematização da metodologia para acompanhamento das transformações urbanas ainda requer maior aprimoramento, apesar da constante fiscalização por parte do poder público em diversos setores.



A coleta de dados deve ser permanente. Os fiscais consideram simples a identificação de transformações em curso, porém identificar as transformações após sua efetivação vem sendo a maior dificuldade. Dessa forma estuda-se a sistematização de vistorias periódicas pelas equipes de fiscalização e vigilância sanitária de forma a garantir a atualização do sistema cadastral multifinalitário. Este processo de atualização dos dados continua em estudo de forma a complementar a proposta para utilização do CTM no acompanhamento do impacto da urbanização nos sistemas de drenagem.

Utilizando-se dos bancos de dados relativos à cobertura do solo é possível estimar com maior precisão coeficientes de impermeabilidade do solo e assim aprimorar os sistemas de drenagem.

O incremento do volume escoado superficialmente, pode ser determinado em cada lote, avaliando a contribuição deste no sistema de drenagem pluvial. E assim nortear políticas públicas que visem a auto-sustentabilidade dos sistemas destes sistemas.

Conhecendo a contribuição de vazão de cada lote pode-se repassar a estes o ônus do acréscimo no volume da cheia natural e assim incentivar a adoção de medidas que visem a manutenção da cheia natural a partir de controle nos lotes (Source Control) o que possibilitaria um grau de impermeabilização do solo maior sem causar impacto no sistemas de drenagem.

A elaboração de mapas temáticos pode identificar regiões que apresentem uma tendência maior de ocupação, facilitando a adoção de medidas de controle. Neste projeto piloto esta tendência não é facilmente observada, em função das dimensões e características homogêneas do loteamento. Mesmo assim notamos um maior grau de urbanização, ou se preferir, nível de impermeabilização do solo, entre as quadras A e J. Neste caso específico, pode-se atribuir este nível de impermeabilização ao período de ocupação do loteamento. A Prefeitura Municipal de Ilha Solteira, como empreendedora, permitiu a ocupação em dois períodos distintos, o primeiro a partir de julho de 1995, justamente a região entre as quadras A e J, o segundo



período, a partir de agosto de 1996, inicia-se a ocupação entre as quadras K e N.

A partir do banco de dados associado à base cartográfica pode-se executar uma variedade de mapas temáticos possibilitando retratar a situação atual e sua evolução ao longo do tempo. Inclusive com o cruzamento de dados, por exemplo, renda familiar com nível de impermeabilização do solo, entre outras, possibilitando uma série de análises.

O acompanhamento de construções residenciais e comerciais indica a tendência de impermeabilização completa das unidades imobiliárias com o rápido escoamento das águas pluviais aos sistemas de drenagem das vias públicas, aumentando significativamente a cheia natural.

Observa-se para o loteamento em questão que 36,50% das unidades imobiliárias atingiram um grau de impermeabilização do solo de 100% em curto espaço de tempo. Caso esta tendência se confirme para as demais unidades os parâmetros adotados no dimensionamento do sistema de drenagem estarão superados.

Esta situação torna-se alarmante quando observado as razões que levaram a Prefeitura local a implantar tal empreendimento. O objetivo do poder público foi suprir déficit habitacional do município disponibilizando lotes urbanos para famílias de baixa renda através de doação e subsidiando materiais e oferecendo assistência técnica para construção de moradias. Tratando-se então de um loteamento para famílias de baixa renda, não esperava-se em apenas seis (6) anos um nível de impermeabilização desta natureza.

O Cadastro Técnico Multifinalitário, pelo seu próprio caráter multidisciplinar deve atender a diversos anseios de administradores públicos e o nível de impermeabilização e os sistemas de drenagem não podem estar alheios a este processo. Apesar da drenagem urbana não representar no município de Ilha Solteira um problema emergencial, a falta de informação sobre a realidade local pode conduzir ao sub dimensionamento dos sistemas de drenagem.



6 BIBLIOGRAFIA

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas : **NBR 14.166 – Rede de Referência Cadastral - Procedimentos**. Rio de Janeiro, 1.998.
- AZEVEDO NETO, D.T. **Problemas e Desafios do Controle do Uso do Solo** . In : FUNDAÇÃO PREFEITO FARIA LIMA. *O Município do Século XXI – Cenários e Perspectivas*. Edição Especial. São Paulo – SP. 1999. p.257-74.
- AZEVEDO NETO, J.M., BOTELHO, M.H.B. **Manual de Saneamento de Cidades e Edificações** . 1ª edição. São Paulo – SP : Editora PINI Ltda., 1997. 229p.
- BIDONE, F.R.A., TUCCI, C.E.M. **Microdrenagem**. In TUCCI, C.E.M. *Drenagem Urbana*. 1ª edição. Porto Alegre – RS: Editora da Universidade/UFRGS, 1995, capítulo 3, p.77-105.
- BRAGA B., et al. **Drenagem Urbana Gerenciamento Simulação e Controle**. 1ª Edição. Porto Alegre - RS : Editora da Universidade/UFRGS/Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1998. 203p.
- CAMPANA, N.A. **Impacto da urbanização nas cheias urbanas**. Porto Alegre, 1995. 213p. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal Rio Grande do Sul.
- CETESB, **Drenagem Urbana: Manual de Projetos** 2ª edição. São Paulo: CETESB, 1980, 468p.
- COORDENADORIA GERAL DE BIBLIOTECAS E EDITORA UNESP. **Normas para publicações da UNESP**. São Paulo, 1995. Volume 4 Dissertações e Teses, Editora UNESP. 95p.
- D'ALMEIDA JR. A.J.C., **Conhecer a cidade – Projeto Piloto para o desenvolvimento do Cadastro Técnico Multifinalitário Urbano**. Presidente Prudente, 2001. 90p. Monografia (Especialização em Planejamento e Gestão Municipal) – Faculdade de Ciência e Tecnologia UNESP.



- DACACH, N.G. **Sistema Urbanos de Esgotos** . 1ª edição. Rio de Janeiro – RJ: Editora Guanabara Dois S.A., 1984. 257p.
- FERNANDES, C. **Esgotos Sanitários**. 1ª Edição. João Pessoa - PB : Editora da Universidade da Paraíba, 1997. 435p
- GALERANI, C. **Controle da erosão urbana**. In TUCCI, C.E.M. *Drenagem Urbana*. 1ª edição. Porto Alegre – RS: Editora da Universidade/UFRGS, 1995, capítulo 8, p.349-86.
- GÓES, K. **AutoCad Map Explorando as ferramentas de mapeamento** . 1ª edição. Rio de Janeiro – RJ : Editora Ciência Moderna Ltda., 2000. 193p.
- HASENACK E WEBER, **Derivação de Novas Informações Cadastrais Para o Planejamento Urbano Através de GIS**. Revista Fator GIS Curitiba, 1.999.
- LAZARO, R. T. **Urban Hydrology A Multidisciplinary Perspective** 1ª edição. Lancaster Pennsylvania: Technomic Publishing Company, 1990, 243p.
- LOCH, Carlos. **A importância do Cadastro Técnico no Planejamento Urbano**. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONSTRUÇÃO, 10, 1990, Gramado, RS.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE, **Plano Nacional de Saúde e Ambiente no Desenvolvimento Sustentável**. Ministério da Saúde – DF, 1995, 104p.
- PAREDES, E.A. **Práticas Aerofotogramétricas e suas aplicações na engenharia**. Maringá – PR: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 1987. p.355.
- PHILIPS, J., **O Cadastro Técnico Multifinalitário – Tentativa de uma definição**. Portal Mundo Geo, 2001.<http://www.mundogeo.com.br>
- POMPEO, C. A., **Drenagem Urbana Sustentável**. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos – Associação Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 5 nº 1 , p. 15-23, Porto Alegre – RS, 2000
- PORTO, M.F.A. **Aspectos qualitativos do escoamento superficial em áreas urbanas**. In TUCCI, C.E.M. *Drenagem Urbana*. 1ª edição. Porto Alegre – RS: Editora da Universidade/UFRGS, 1995, capítulo 9, p.387-426.
- PORTO, R.L.L **Escoamento Superficial Direto** . In : TUCCI, C.E.M. *Drenagem Urbana*. 1ª edição. Porto Alegre-RS: Editora da Universidade/UFRGS, 1995, capítulo 4, p.107-65.



- PORTO, R.L.L. et al. **Drenagem Urbana**. In : TUCCI, C.E.M. *Hidrologia – Ciência e Aplicação*. 2ª edição. Porto Alegre-RS: Editora da Universidade/UFRGS, 1997, capítulo 21, p.805-42.
- PORTO, R.L.L. et al. **Técnicas quantitativas para o gerenciamento de Recursos Hídricos**. 1ª edição. Porto Alegre-RS: Editora Universidade/UFRGS/Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1997, 420p.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, **Plano Diretor Urbano**, Belo Horizonte, 1996.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE, **Segundo Plano de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre, 2000.
- PREFEITURA MUNICIPAL GUARULHOS. **Código de Obras do Município de Guarulhos** Lei 5617 de 9 de novembro de 2000. Município de Guarulhos, 2000.
- RAMOS, M.M.G. **Drenagem Urbana: Aspectos urbanísticos, legais e metodológicos em Belo Horizonte**. Belo Horizonte, 1998. Dissertação (Mestrado Escola de Engenharia Universidade Federal de Minas Gerais).
- SILBERSCHATZ, A. et al **Sistema de Banco de Dados** 3ª edição. São Paulo - SP: Makron Books do Brasil Ltda., 1999. 778p.
- SILVESTRE, P. **Hidráulica Geral**. 1ª edição. Rio de Janeiro – RJ : LTC Editora S.A., 1979. 310p.
- SIMÕES LOPES, M. , SANCHES, J. **Avaliação do impacto hidrológico causado pela urbanização de uma bacia**. In: *UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL*. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Pesquisa em Recursos Hídricos: Relatório Final. Porto Alegre, 1986. 2v.
- SOUZA, V.C.B. **Estudo experimental de Pequenas Estruturas para o Controle da Geração do Escoamento Superficial**. Porto Alegre-RS, 1999. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) Universidade Federal do Rio Grande do Sul.



- TUCCI, C.E.M. **Escoamento Superficial**. TUCCI, C.E.M. *Hidrologia – Ciência e Aplicação*. 2ª edição. Porto Alegre-RS: Editora da Universidade/UFRGS, 1997, capítulo 11, p.391-441.
- TUCCI, C.E.M., et al. **Drenagem Urbana**. 1ª Edição. Porto Alegre - RS : Editora da Universidade/UFRGS, 1995.428p.
- TUCCI, C.E.M., GENZ, F. **Controle do impacto da urbanização**. In TUCCI, C.E.M. *Drenagem Urbana*. 1ª edição. Porto Alegre – RS: Editora da Universidade/UFRGS, 1995, capítulo 7, p.277-347.
- TUCCI, C.E.M., **Gerenciamento da Drenagem Urbana**. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos – Associação Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 7 Porto Alegre – RS, 2001
- VILELLA, S.M., MATTOS, A. **Hidrologia aplicada** . 1ª edição. São Paulo – SP McGraw Hill., 1975. 245p.
- WILKEN, P.S. **Engenharia de drenagem superficial** 1ª edição. São Paulo - SP: CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1978. 478p.



7 ANEXOS

Anexo 1

Modelos dos Boletins de Informações Cadastrais

- Boletim de Informação Cadastral Urbanização
- Boletim de informação Cadastral Infra-Estrutura
 - Unidades Coletoras
 - Poços de Visita
 - Galerias de Drenagem
 - Guias e Sarjetas
- Boletim de informação Cadastral

Anexo 2

- Poligonal de apoio base de Ilha Solteira

Anexo 3

Plantas Cadastrais do Loteamento Jardim Aeroporto

- Planta planialtimétrica do Loteamento J. Novo Horizonte Escala 1:1000
- Planta cadastral de rede de esgoto sanitário Escala 1:1000
- Planta cadastral da rede de abastecimento de água Escala 1:1000
- Planta cadastral da rede de drenagem urbana Escala 1:1000



Anexo 1

Modelos dos Boletins de Informações Cadastrais

- Boletim de Informação Cadastral Urbanização
- Boletim de informação Cadastral Infra-Estrutura
 - Unidades Coletoras
 - Poços de Visita
 - Galerias de Drenagem
 - Guias e Sarjetas
- Boletim de informação Cadastral

Identificação :

Localização :

Coordenadas :

N :

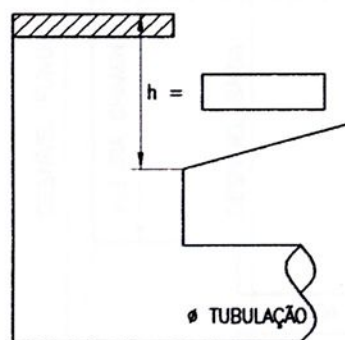
Tipo da Boca Coletora :

E :

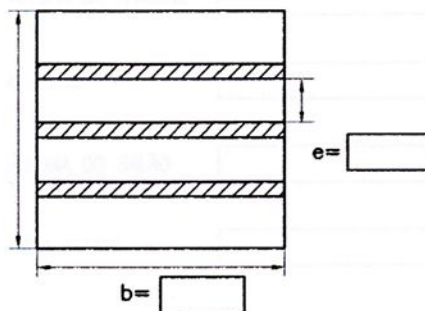
☐ BOCA COLETORA NA GUIA

☐ BOCA COLETORA C/ GRELHA

☐ BOCA COMBINADA



a =



Número Aberturas =

Ø TUBULAÇÃO

Croqui Orientação :

RUA

RUA

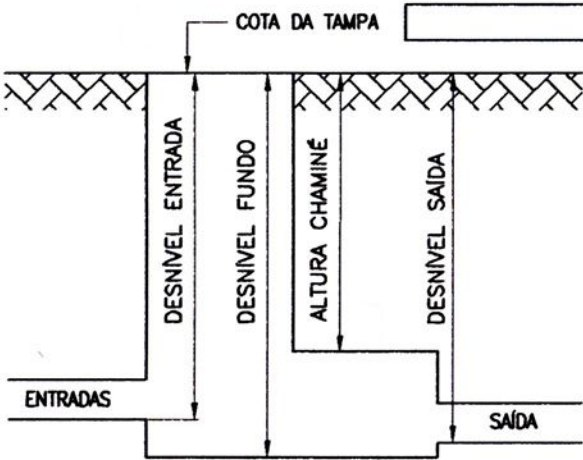
PREFEITURA MUNICIPAL ILHA SOLTEIRA					ZONA	SETOR	QUADRA	LOTE	Un.
Logradouro :					Nº	Área do Lote :			
Edificação :					S	N	Cálculo de Áreas :		
① COBERTURA DE TELHA CERÂMICA					☐	☐			
② COBERTURA DE TELHA CIMENTO AMIANTO					☐	☐			
③ COBERTURA DE LAJE DE CONCRETO					☐	☐			
④ AMPLIAÇÕES RESIDENCIAIS					☐	☐			
Externo :									
④ CALÇADA DE CONCRETO					☐	☐			
⑤ CASCALHO					☐	☐			
⑥ GRAMADO					☐	☐			
⑦ TERRA					☐	☐			
Croqui de Orientação :									
CALÇADA FRONTAL									
☐ CONCRETO									
☐ TERRA									
☐ GRAMA									
☐ TERRA									
☐ OUTRO _____									
CALÇADA LATERAL									
☐ CONCRETO									
☐ TERRA									
☐ GRAMA									
☐ TERRA									
☐ OUTRO _____									
LOTE									
☐ PÚBLICO									
☐ PRIVADO									
☐ COMERCIAL									
☐ PRIVADO									

Identificação :

Localização :

Coordenadas :
N :

E :



Ø CHAMINÉ

ALTURA DA CHAMINÉ

Ø BALÃO

ALTURA DO BALÃO

COTA FUNDO

Entradas :
TRECHO
DESNÍVEL
① Ø TUBULAÇÃO
COTA

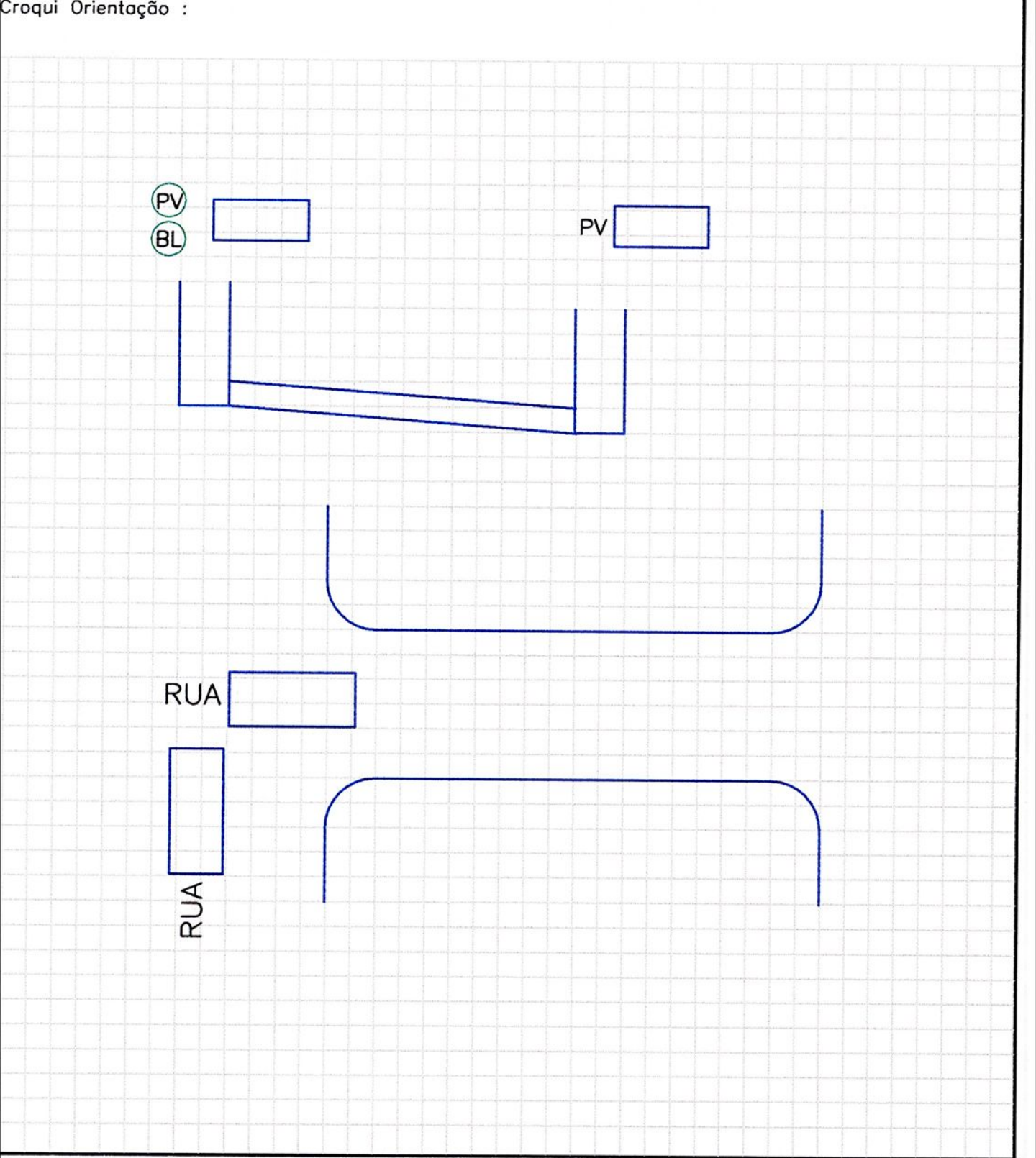
TRECHO
DESNÍVEL
③ Ø TUBULAÇÃO
COTA

TRECHO
DESNÍVEL
② Ø TUBULAÇÃO
COTA

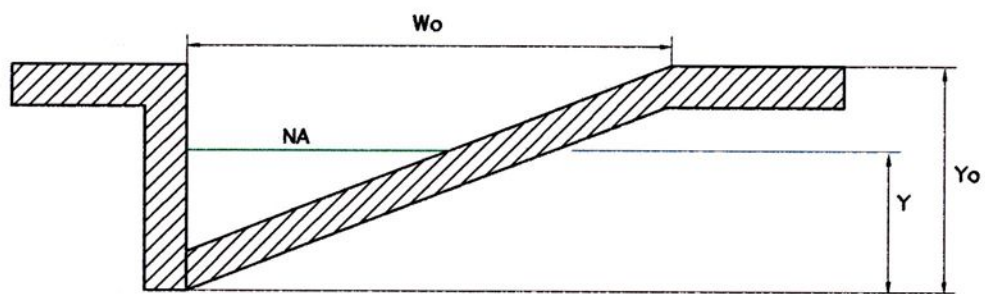
TRECHO
DESNÍVEL
④ Ø TUBULAÇÃO
COTA

Saída :
TRECHO
DESNÍVEL
Ø TUBULAÇÃO
COTA

PREFEITURA MUNICIPAL ILHA SOLTEIRA	GALERIAS
Identificação :	Trecho :
Localização :	Ø Tubulação :
Material Tubulação :	
Inclinação Trecho :	



PREFEITURA MUNICIPAL ILHA SOLTEIRA		GUIAS / SARJETAS	
Identificação :		Trecho :	
Localização :			
Tipo de Guia :			
Material Guia :		Inclinação Longitudinal :	
Comprimento Sarjeta (w) :		Inclinação Transversal	



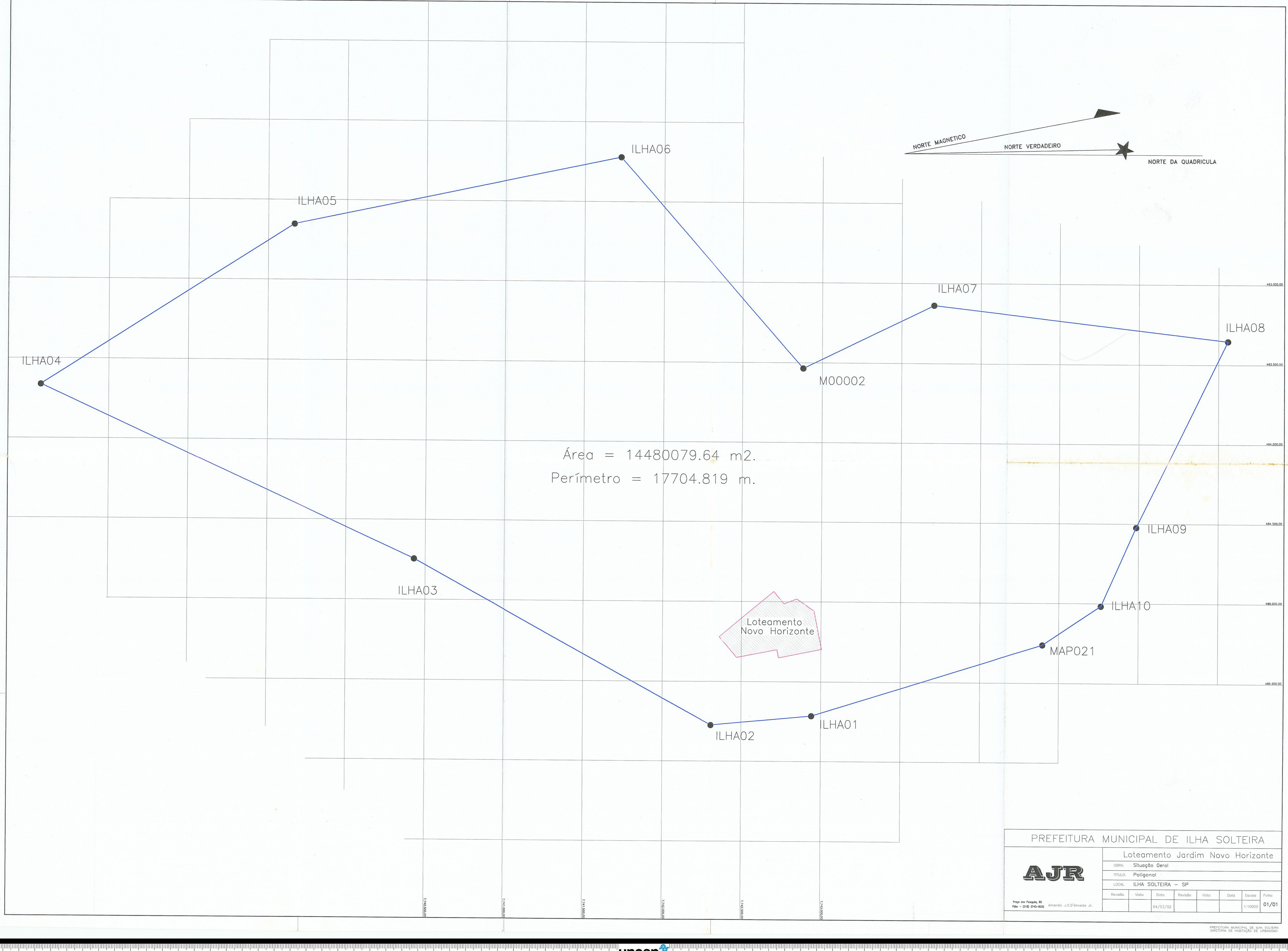
Croqui Orientação :

RUA

Anexo 2

- Poligonal de apoio base de Ilha Solteira





Área = 14480079.64 m².
Perímetro = 17704.819 m.

Loteamento
Novo Horizonte

PREFEITURA MUNICIPAL DE ILHA SOLTEIRA									
Loteamento Jardim Novo Horizonte									
OBRA: Situação Geral									
TÍTULO: Poligonal									
LOCAL: ILHA SOLTEIRA - SP									
Revisão	Visto	Data	Revisão	Visto	Data	Escala	Folha		
		04/03/02				1:10000	01/01		

AJR
Proj. do Políg. 88
Pdx - (018) 3743-8200
Amaral J.C.D'Almeida Jr.

Anexo 3

Plantas Cadastrais do Loteamento Jardim Aeroporto

- Planta planialtimétrica do Loteamento J.Novo Horizonte Escala 1:1000
- Planta cadastral de rede de esgoto sanitário Escala 1:1000
- Planta cadastral da rede de abastecimento de água Escala 1:1000
- Planta cadastral da rede de drenagem urbana Escala 1:1000

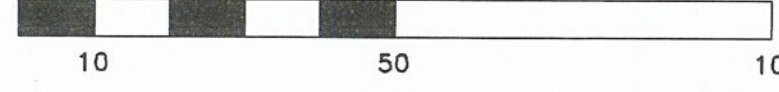




LEGENDA

- Imóveis com ampliações
- Imóveis sem ampliações
- LOTES SEM EDIFICAÇÕES (VAGOS)
- LOTES 100% IMPERMEABILIZADOS
- CALÇADAS PAVIMENTADAS

ESCALA GRÁFICA



PREFEITURA MUNICIPAL DE ILHA SOLTEIRA

Loteamento Jardim Novo Horizonte

AJR

OBRA: Situação Geral

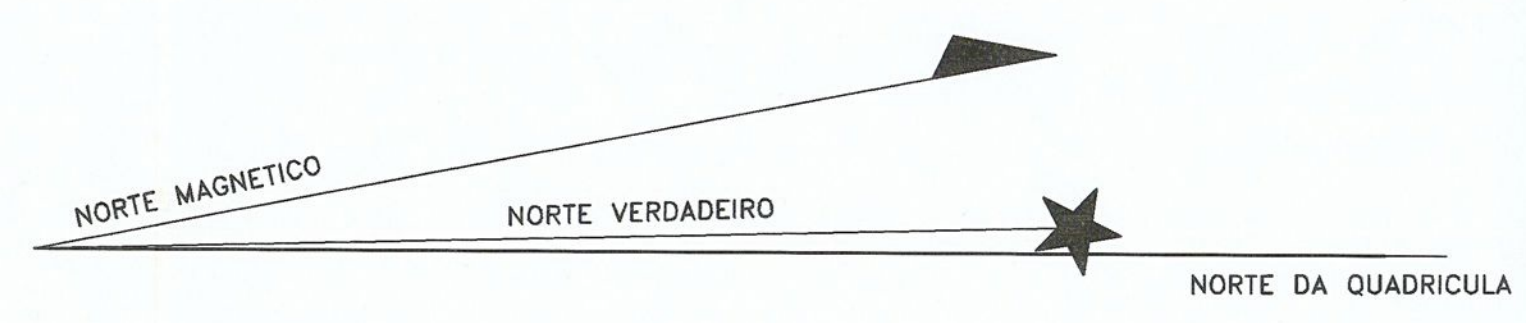
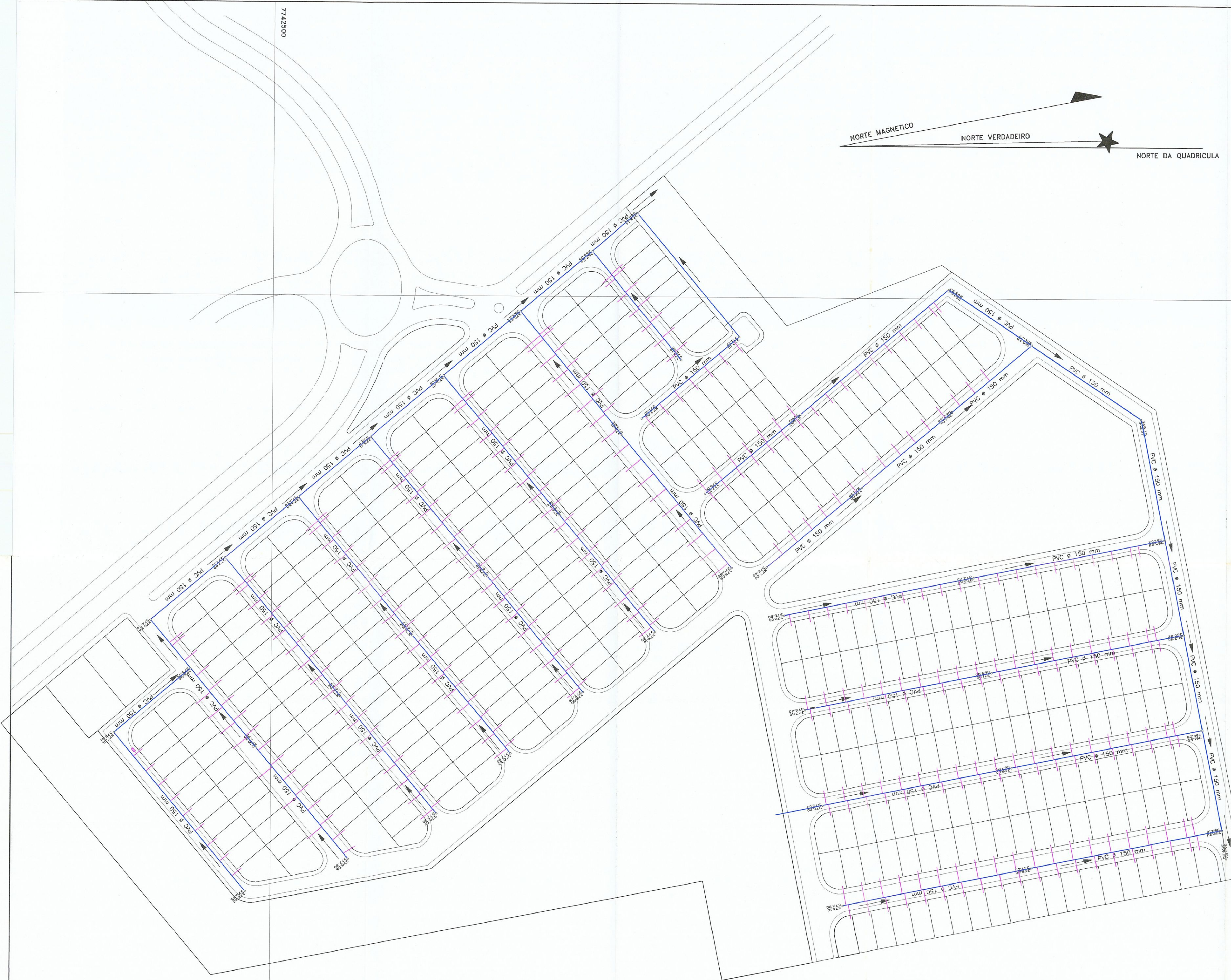
TÍTULO: Locação das Edificações

LOCAL: ILHA SOLTEIRA - SP

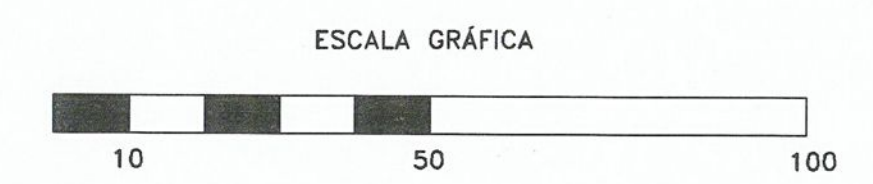
Revisão	Vista	Data	Revisão	Vista	Data	Escala	Folha
		10/08/01				1:1000	01/01

Projeto de Paisagem, 86
Pais - (018) 3743-9000
Amarildo J.C.D'Almeida Jr.

465400



- LEGENDA :
- Cota Tampo do PV
 - Cota de Fundo do PV
 - Poço de Visita
 - Tubo PVC 150 mm
 - Ramais de Esgoto Sanitário PVC - 100 mm



465400

PREFEITURA MUNICIPAL DE ILHA SOLTEIRA

AJR

Proj. de Projeto: 02
Folha - 0210-2143-0000
Amaral J.C.D'Almeida Jr.

Loteamento Jardim Novo Horizonte

OBRA: Infra-Estrutura

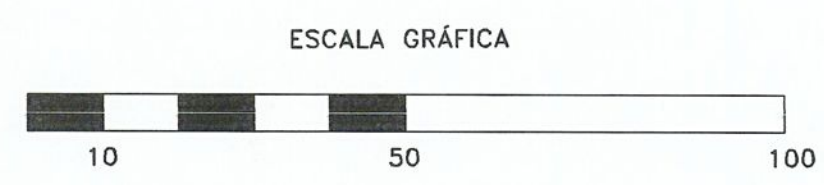
TÍTULO: Rede de Esgoto Sanitário

LOCAL: ILHA SOLTEIRA - SP

Revisão	Visto	Data	Revisão	Visto	Data	Escala	Folha
		05/03/02				1:1000	01/01



- Registros
- Tubos de PVC



PREFEITURA MUNICIPAL DE ILHA SOLTEIRA

AJR

Projeto em Planta, 80
Pela - (018) 3143-6000 - Armando J.C.D'Almeida Jr.

Loteamento Jardim Novo Horizonte

OBRA: Infra Estrutura

TÍTULO: Rede Água Potável

LOCAL: ILHA SOLTEIRA - SP

Revisão	Visto	Data	Revisão	Visto	Data	Escala	Folha
		05/03/02				1:1000	01/01



NORTE MAGNETICO
NORTE VERDADEIRO
NORTE DA QUADRICULA

LEGENDA :

- Poço de Visita
- Boca de Lobo
- Tubo de Concreto

PREFEITURA MUNICIPAL DE ILHA SOLTEIRA

Loteamento Jardim Novo Horizonte

AJRProjeto de Poluição, 15
Pela - (918) 3143-6000

Amaral J.C.D'Almeida Jr.

Revisão	Vista	Data	Revisão	Vista	Data	Escala	Folha
		05/06/02				1:1000	01/01

PREFEITURA MUNICIPAL DE ILHA SOLTEIRA
DIRETORIA DE HABITAÇÃO E URBANISMO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

Câmpus de Ilha Solteira
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
Av. Brasil Centro, 56
15385-000 Ilha Solteira - SP
www.dec.feis.unesp.br

