



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA**



SANDRA DARUI

SÉRGIO ROBERTO DE MIRANDA LUNARDI

**GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À MANUTENÇÃO E GESTÃO
DE REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA:
ESTUDO DE CASO DO SETOR VILA SAFIRA DO
DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS DE PORTO
ALEGRE**

ORIENTADOR: PROF. RONALDO DOS SANTOS DA ROCHA

CO-ORIENTADORA: PROF^a. TATIANA SILVA DA SILVA

PORTO ALEGRE 2011

SANDRA DARUI
SÉRGIO ROBERTO DE MIRANDA LUNARDI

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À MANUTENÇÃO E GESTÃO DE REDES DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA:
ESTUDO DE CASO DO SETOR VILA SAFIRA DO DEPARTAMENTO MUNICIPAL
DE ÁGUA E ESGOTOS DE PORTO ALEGRE

Porto Alegre, 2011

SANDRA DARUI
SÉRGIO ROBERTO DE MIRANDA LUNARDI

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À MANUTENÇÃO E GESTÃO DE REDES DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA:
ESTUDO DE CASO DO SETOR VILA SAFIRA DO DEPARTAMENTO
MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS DE PORTO ALEGRE

Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Cartográfica apresentado na forma de monografia ao Departamento de Geodésia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Cartógrafo.

Banca Examinadora:

Prof^a. Andréia Lopes Ieschek
Instituto de Geociências/UFRGS

Prof. Alfonso Risso
Instituto de Pesquisas Hidráulicas/UFRGS

CONCEITO: _____

Porto Alegre, 22 de julho de 2011.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu esposo Mário, ao meu filho Gabriel e aos meus pais: “Tudo vale a pena se a alma não é pequena” (Fernando Pessoa). Sandra

Dedico este trabalho à minha família, por toda a paciência ao longo destes anos em que minha presença foi parcial e, especialmente, a minha amada esposa, Lena, por todo o amor e apoio de uma vida de dedicação e carinho. Sergio

AGRADECIMENTOS

Merecem agradecimento especial pela colaboração e auxílio na realização deste trabalho:

- Setor de Levantamentos do DMAE na pessoa do Sr. Gilberto Pereira pelo empréstimo dos equipamentos GPS;
- Colegas do DMAE, da Divisão de Planejamento: Fernando André Neuwald e Rosana Oliveira da Rosa, pelo auxílio na obtenção dos documentos necessários das bases cartográficas e pelas orientações valiosas;
- Chefe do Serviço de Conservação Rosângela Storniolo Mardini e Diretor da Divisão de Água Flávio da Cunha Machado pelas informações prestadas e apoio para execução do trabalho;
- Equipe de Pitometria do DMAE pelas informações da área de estudo;
- Equipe de Manobra pelo apoio logístico;
- Distrital Norte II de Água, em especial, os colegas Devanir Gonçalves, Vander Carvalho Bittencourt, Paulo Nicanor dos Santos Amaral e Jorge Luiz Montieir dos Santos pelo apoio logístico e pelo auxílio nas atividades da distrital nas ausências para os levantamentos;
- Colega do DMAE José Carlos da Rosa (“ZéPS”), pelas orientações e localizações precisas do cadastro de água da Vila Safira;
- Colegas do DMAE que responderam as pesquisas sobre o cadastro;
- Colegas da UFRGS Álvaro Belotto e Ricardo Furasté pelas orientações para o nosso trabalho;
- Colegas da UFRGS Isadora Hauser e Gustavo Bledow pelo pronto levantamento e fornecimento das informações da rede de referência municipal;
- Professores da UFRGS pelo apoio pedagógico e por não se restringirem a transmitir apenas conhecimento;
- Marilene Lunardi pelo apoio e incentivo nos trabalhos de campo, mesmo nas condições mais adversas;
- Mário Luiz Lopes Reiss pelas dicas, esclarecimentos e apoio;
- Nossos familiares pelo apoio incondicional em todas as horas que precisávamos.

RESUMO

O presente trabalho propõe o uso de ferramentas de geoprocessamento para o apoio ao gerenciamento da manutenção da rede de adução e distribuição de água no Departamento Municipal de Água e Esgotos de Porto Alegre (DMAE). Foi realizado um estudo de caso no setor de abastecimento Vila Safira, o qual representa um setor típico da zona de expansão de urbanização da cidade. Foi verificada o cadastro técnico existente para a área de estudos e georreferenciados os elementos visíveis da rede através da integração *Global Navigation Satellite System* (GNSS) e Sistema de Informação Geográfica (SIG). O banco de dados relacional em SIG foi criado na interface ArcCatalog do ArcGis versão 9.3, utilizando aplicativos de *personal geodatabase* a partir das bases de dados existentes no DMAE e na Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Neste banco de dados foi criada uma rede geométrica, permitindo o estabelecimento de relações espaciais entre as feições com o uso da extensão *Utility Network Analyst*, o que possibilitou serem geradas as ferramentas para análise da rede. Com a utilização do aplicativo *geocoding*, transformando endereços físicos em coordenadas, foi possível integrar os dados de ocorrências registradas no Serviço de Atendimento ao Cliente do DMAE para a área, no período de janeiro a maio de 2010, nas análises. Efetuou-se também, através de simulações e filtragens no banco de dados, a geração de mapas temáticos com as consultas sobre condições técnicas da rede tais como: diâmetros, idade e material das tubulações; estatísticas de ocorrências por endereço e logradouro; zonas de abrangência de manobras de registros e análise de trechos de redes a serem isolados diante de ocorrências na rede. Os objetivos estabelecidos para este estudo foram atingidos plenamente, já que as metodologias e os produtos apresentados mostraram-se possíveis de serem implantados no ambiente atual do DMAE, podendo gerar resultados significativos em produtividade e qualidade nos serviços de operação e manutenção de redes de adução e distribuição de água.

Palavras-chave: Cadastro de Redes de Abastecimento de Água, Sistemas de Informação Geográfica, SIG, GNSS, Banco de Dados.

ABSTRACT

This study proposes the use of geo-processing tools to support the management of the supply and distribution of water in the City Water Department in the city of Porto Alegre (Departamento Municipal de Água e Esgotos de Porto Alegre - DMAE). Through a case study in the supply and distribution sector of Vila Safira, in the city of Porto Alegre, which is a typical sector of the expansion zone of the city, there was verified the consistency of the technical records for this field of studies, the visible elements geo-referred through the integration of *Global Navigation Satellite System* (GNSS) and the Geographical Information System (Sistema de Informação Geográfica - SIG). The relational database available through SIG was created in the interface of ArcCatalog of ArcGis version 9.3, with the concept of personal database from the existing bases at the Water Department (DMAE) and at City Hall in Porto Alegre (Prefeitura Municipal de Porto Alegre). In the database was created a geometric network, allowing the establishment of spatial relationships between features using the extension *Utility Network Analyst*, which allowed to be generated the tools for network analysis. Using the *geocoding* application, transforming physical address into coordinates, it was possible to integrate data from occurrences recorded in the Customer Help Desk for that area at the Water Department (Serviço de Atendimento ao Cliente do DMAE), during the period of January to May of 2010, in the analysis. Besides that, through simulations and filtering of the database, theme maps were created with information regarding technical conditions of the water network such as: diameter, age and material of pipes; statistics of the occurrences by address and area; plans of action and records of the network covered zone, and analysis of the parts of the network to be isolated during occurrence of problems. The goals established for this study were fully met, since the methodologies and products presented shown to be able to be deployed in the current environment of DMAE, which can generate significant results in productivity and quality in the operation services and maintenance of water supply and water distribution.

Keywords: Register of Water Supply and Network, Geographical Information System, SIG, GNSS, Database, personal geodatabase, geometric network, geocoding, Utility Network Analyst.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura básica do sinal GPS.....	31
Figura 2 - Segmento de Controle GPS.....	32
Figura 3 - Configuração da Constelação GPS.....	33
Figura 4 - Diferença de fase medida na Rece.ção do código.....	34
Figura 5 - Arquitetura de um SIG.....	39
Figura 6 - Representação vetorial e <i>raster</i> de um mapa temático no SIG.....	41
Figura 7- Sistema de abastecimento de água em planta e perfil.....	44
Figura 8 - Gráficos demonstrativos das extensões de rede por material do sistema de abastecimento de água de Porto Alegre.....	44
Figura 9 - Organograma do DMAE.....	48
Figura 10- Regiões de abrangência das Distritais de Água.....	48
Figura 11 - Situação e localização da Vila Safira.....	49
Figura 12 - Imagem da Vila Safira 2002 (Fonte: Google Earth).....	50
Figura 13 - Imagem da Vila Safira 2009 (Fonte: Google Earth).....	50
Figura 14 - Estação de Tratamento de Água São João.....	51
Figura 15 - Localização do Sistema São João e do Setor 5.....	52
Figura 16 - Planta Cadastral 087.....	53
Figura 17 - Planta Cadastral 097.....	53
Figura 18 - Detalhe da adutora de entrada da Vila Safira.....	54
Figura 19 - Croqui do Nó 16 da Planta Cadastral 087.....	54
Figura 20 - Tubos de PEAD de diversos diâmetros.....	55
Figura 21 - Válvula redutora de pressão.....	55
Figura 22 - Válvula registro de gaveta.....	56
Figura 23 - Hidrante de coluna.....	56
Figura 24 - Tap 1 “.....	57
Figura 25 – Esquema mental com as fases do projeto.....	59
Figura 26 - Etapas para obtenção dos objetivos com o uso do SIG.....	60

Figura 27 - Fluxo de digitalização e compatibilização da adução e distribuição de água do DMAE.....	61
Figura 28 - Exemplo de planta cadastral.....	62
Figura 29 - Exemplo de planta digital da base 1:1000 e imagem de satélite usados para compatibilização da rede de adução e distribuição de água.....	62
Figura 30 - Fluxo das alterações e atualização do cadastro das redes adutoras e distribuidoras de água do DMAE.....	63
Figura 31 - Mapa com a localização dos Geopinos da Vila Safira.....	72
Figura 32 - Croqui 87/35.....	73
Figura 33 - Croqui 87/15.....	73
Figura 35 - Foto da Rua Heitor Saldanha x Av. Del Ely Correa Prado.....	75
Figura 36 - Foto da Rua Nilson dos Santos Costa x Av. Del Ely Correa Prado (1).....	75
Figura 37 - Foto da Rua Nilson dos Santos Costa x Av. Del Ely Correa Prado (2).....	76
Figura 38 - Foto da Rua José Bahlis x Av. Del Ely Correa Prado (1).....	76
Figura 39 - Foto da Rua José Bahlis x Av. Del Ely Correa Prado (2).....	76
Figura 40 - Foto da Rua Algemiro Antonio dos Santos x Av. Del Ely Correa Prado.....	76
Figura 41 - Foto da Rua Regina de Araújo Rocha x Av. Del Ely Correa Prado.....	76
Figura 42 - Foto da Rua Marques Rebelo x Av. Del Ely Correa Prado.....	77
Figura 43 - Foto da Rua Justino Martins x Av. Del Ely Correa Prado	77
Figura 44 - Foto da Rua Justino Martins x Rua Orígenes Lessa.....	77
Figura 45 - Organograma do DMAE.....	81
Figura 46 - Localização dos pontos levantados.....	83
Figura 47 - Receptor Astech PROMARK II.....	84
Figura 48 - Foto da Av. Del. Ely Correa Prado x Av. Protásio Alves (1).....	86
Figura 49 - Foto da Av. Del. Ely Correa Prado x Av. Protásio Alves (2).....	86
Figura 50 - Foto da Rua Nilson dos Santos Costa x Av. Del Ely Correa Prado (1).....	86
Figura 51- Foto da Rua Nilson dos Santos Costa x Av. Del Ely Correa Prado (2).....	86
Figura 52 - Foto da Rua Heitor Saldanha x Av. Del Ely Correa Prado.....	86
Figura 53 - Foto da Rua José Bahlis x Av. Del Ely Correa Prado.....	86

Figura 54 - Foto da Rua Algemiro Antonio dos Santos x Av. Del Ely Correa Prado.....	87
Figura 55 - Foto da Rua Regina de Araújo Rocha x Av. Del Ely Correa Prado.....	87
Figura 56 - Foto da Rua Marques Rebelo x Av. Del Ely Correa Prado.....	87
Figura 57 - Foto da Rua Justino Martins x Av. Del Ely Correa Prado.....	87
Figura 58 - Foto da Rua Justino Martins x Rua Orígenes Lessa.....	87
Figura 59 - Foto da Rua Moçambique x Av. Del. Ely Correa Prado.....	87
Figura 60 - Atualização do polígono da área da Vila Safira.....	89
Figura 61 - Processo de extração dos dados da Área de Estudo.....	90
Figura 62 - Visualização do CONF_DEMAHB.pr via processador de textos.....	92
Figura 63 - Fluxo da geocodificação de eventos.....	93
Figura 64 - Estilo de endereços americano (A) e estilo de endereços brasileiros (B).....	93
Figura 65 - Ficha de levantamento GPS do Geopino 5583.....	95
Figura 66 - Ficha de levantamento GPS do Geopino 5584.....	95
Figura 67 – Foto do Geopino 5583.....	95
Figura 68 – Foto do Geopino 5584.....	95
Figura 69 – Foto do levantamento GNSS do Geopino 5583.....	96
Figura 70 – Foto do do levantamento GNSS do Geopino 5584.....	96
Figura 71 - Relação Sinal/Ruído do ponto VS12 mostrando grande perda de sinal.....	104
Figura 72 – Estrutura dos planos de informação.....	106
Figura 73 – Grupos de camadas.....	107
Figura 74 - Criação do geodatabase pessoal.....	108
Figura 75 - Fluxo de criação da rede geométrica.....	109
Figura 76 - Ferramentas do menu <i>Utility Network Analyst</i>	110
Figura 77 - Regiões da rede com loop (região em vermelho).....	111
Figura 78 - Identificação de caminho entre duas bandeiras – quadrados verdes.....	112
Figura 79 - Geração de produtos com o uso da geocodificação.....	113
Figura 80 - Criação do localizador de endereços brasileiros simples.....	113
Figura 81 - Teste de Geocodificação via ArcMap.....	114

Figura 82 - Resultado da geocodificação com os parâmetros originais.....	115
Figura 83 - Resultado da geocodificação com os parâmetros alterados.....	116
Figura 84 - Logradouros não encontrados.....	116
Figura 85 - Segmento da tabela de eventos do SAC DMAE.....	117
Figura 86 - Relatório de geocodificação de eventos do SAC.....	117
Figura 87 - Localização de quatro eventos na Rua Missioneiros 60.....	118
Figura 88 - Representação da frequência de eventos por endereço.....	118
Figura 89 - Propriedades do localizador de endereços.....	119
Figura 90 - Eventos localizados por endereço.....	120
Figura 91 - Detalhes das ocorrências por endereço.....	121
Figura 92 - Eventos por endereço sobre a rede por Idade.....	121
Figura 93 - Eventos por logradouro e a idade da rede.....	122
Figura 94 – Materiais utilizados na rede (em detalhe um segmento ampliado).....	123

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Normas Brasileiras consultadas.....	23
Tabela 2 - Estrutura dos documentos do SGD.....	24
Tabela 3 - Métodos de posicionamento e precisão das coordenadas.....	37
Tabela 4 - Representação dos planos de informação.....	42
Tabela 5 - Dados do abastecimento de água de Porto Alegre.....	45
Tabela 6 - Características gerais dos sistemas de abastecimento de água de Porto Alegre	45
Tabela 7 - Sistemas de abastecimento de água de Porto Alegre.....	46
Tabela 8 - Dados do Sistema São João.....	52
Tabela 9 - Dados de abastecimento da Vila Safira.....	52
Tabela 10 - Arquivos formato shapefile.....	64
Tabela 11 - Arquivos formato PNG.....	69
Tabela 12 - Arquivos formato DWG.....	70
Tabela 13 - Geopinos da Rede de Referência Planialtimétrica do Bairro Mário Quintana.....	71
Tabela 14 - Relação dos nós da rede de abastecimento da Vila Safira.....	74
Tabela 15 - Padrões de Exatidão Cartográfica.....	80
Tabela 16 - Escopos, processos e ações envolvidas com o cadastro de água.....	82
Tabela 17 - Shapefiles selecionados.....	90
Tabela 18 - Estilos brasileiros de geocodificação de endereços e suas variáveis.....	94
Tabela 19 – Entrevistas sobre precisão cadastral.....	97
Tabela 20 – Critérios e valores para exatidão.....	101
Tabela 21 - Níveis de obstrução dos pontos.....	102
Tabela 22 - Vetores de base pós-processados.....	103
Tabela 23 - Coordenadas dos pontos em UTM WGS64.....	105
Tabela 24 - Coordenadas ajustadas dos Geopinos 5583 e 5584.....	106

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A/D – Analógico/Digital
ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
AS - Anti-Spoofing
C/A - Coarse Acquisition
CA – Córrego Alegre
CAD - Computer Aided Design
CCGB - Comissão da Carta Geral do Brasil
CD - Compact Disc
DICA - Distrital Centro de Água
DILA - Distrital Leste de Água
DINA – Distrital Norte de Água
DISA - Distrital Sul de Água
DL – Divisão de Levantamentos
DMAE – Departamento Municipal de Água e Esgotos
DoD - Department of Defense
DT - Diferença de fase
DVA – Divisão de Água
DVD - Digital Versatile Disc
DVL - Divisão de Planejamento
DVO - Divisão de Obras
DWG – Extensão de arquivo AutoCAD
E – Este
EBA – Estação de Bombeamento de Água
EBAB - Estação de Bombeamento de Água Bruta
EBAT - Estação de Bombeamento de Água Tratada
ETA – Estação de Tratamento de Água
FC – Fibrocimento
FD - Ferro Dúctil
FF - Ferro Fundido
FI – Frequência Inferior
GA - Ground Antenas
GNSS - Global Navigation Satellite System
GPS - Global Positioning System
GPST – GPS Time

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ID – Identificador
IDG - Instrução da Direção Geral
IGS – International GNSS Service
ISO – International Organization for Standardization
IT – Instrução de Trabalho
ITRF - International Terrestrial Reference Frame
k – Estado do relógio do receptor GPS
K0 – Fator de escala para o meridiano central de um fuso
L – Onda gerada pelo receptor GPS
L1 – Frequência de onda portadora 1575,42 MHz
L2 – Frequência de onda portadora 1227,60 MHz
L2C – Frequência de onda portadora 1227,60 MHz
L5 – Frequência de onda portadora 1176,45 MHz
L5C - Frequência de onda portadora 1176,45 MHz
MCS - Master Control Station
METROPLAN – Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional
MG – Manual de Gestão
MS - Monitoring Stations
N – Norte
NAVSTAR - Navigation System using Time And Ranging
NBR - Norma Brasileira
NM - Norma de Material
NP – Norma de Projeto
NS – Norma de Serviço
NTS – Network Time System
P - Código GPS
p - Estado do relógio do satélite GPS
PC - Personal Computer
PDAE - Plano Diretor de Água e Esgotos de Porto Alegre
PDF – Portable Document Format
PDOP - Dilution Of Precision
PEAD - Poliestireno Extendido de Alta Densidade
PEC - Padrão de Exatidão Cartográfica
PG – Procedimento de Gestão
PI – Plano de Informação
PMPA - Prefeitura Municipal de Porto Alegre

PNG – Portable Network Graphics

POAL – Estação da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo localizada em Porto Alegre

PRN - Pseudorandom Noise Code

PROCEMPA - Companhia de Processamento de Dados de Porto Alegre

PVC - Cloreto de Polivinila

R.PR – Resolução do IBGE

RAM - Random Access Memory

RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo

RRPM - Rede de Referência Planialtimétrica do Município

SAC – Sistema de Atendimento ao Cliente

SAD69 – South American Datum 1969 (*Datum Sul Americano de 1969*)

SCA - Sistema Comercial de Água do DMAE

SCA – Sistema de Controle Ativo

SCLA - Seção de Lançamento de Redes

SGB - Sistema Geodésico Brasileiro

SGBD - Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados

SGR - Sistema Geodésico de Referência

SGS – Sistema de Gestão do DMAE

SHP – Extensão de arquivo no formato shapefile

SI – Sistema Inercial

SIG - Sistema de Informações Geográficas

SIRGAS - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

SMAR – Estação da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo localizada em Santa Maria

SPM - Secretaria de Planejamento Municipal

SQL - Linguagem de Consulta

ST – Sistema Terrestre

STCA - Setor de Cadastro de Água

STMR/A - Setor de Manobras de Registros da Divisão de Água

SV - Space Vehicle

SVC - Serviço de Conservação de Água

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UHF - Ultra High Frequency

UTC - Tempo Universal Coordenado

UTM - Universal Transversa de Mercator

WGS72 - World Geodetic System 1972

WGS84 - World Geodetic System 1984

γ - Ponto vernal

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	Contexto atual dos serviços de abastecimento de água do DMAE	18
1.2	Objetivos.....	20
1.3	Justificativa	21
1.4	Estrutura do trabalho	22
2	REVISÃO TEÓRICA	23
2.1	Normas técnicas.....	23
	2.1.1 Normas brasileiras.....	23
	2.1.2 Normas da Prefeitura Municipal de Porto Alegre	23
	2.1.3 Normas do DMAE.....	23
2.2	Projeções Cartográficas e Sistema de Referência	25
2.3	Levantamento topográfico.....	27
	2.3.1 Levantamentos GNSS.....	28
2.4	Sistemas de informações geográficas	37
	2.4.1 Modelos conceituais do espaço e estruturas de dados em SIG	40
	2.4.2 Planos de informação.....	42
2.5	Sistemas de abastecimento de água urbanos	43
	2.5.1 Características dos serviços de abastecimento de água de Porto Alegre.....	44
3	ÁREA DE ESTUDO	49
4	MATERIAIS E MÉTODOS	58
4.1	Materiais e equipamentos	60
4.2	Estrutura de dados e fontes de informação	61
4.3	Avaliação da rede geodésica municipal e informações cadastrais.....	70
4.4	Definição dos requerimentos de acuracidade.....	78
	4.4.1 Definição da acuracidade com base nas necessidades dos usuários.....	78
	4.4.2 Definição da precisão com base no padrão de exatidão cartográfica	79
4.5	Definição do perfil dos usuários do cadastro	81
4.6	Levantamento geodésico dos pontos de interesse.....	83

4.7	Desenvolvimento do banco de dados em SIG	88
4.7.1	Preparação dos shapefiles	88
4.7.2	Processo de geocodificação.....	92
5	RESULTADOS OBTIDOS.....	95
5.1	Avaliação da rede geodésica municipal e informações cadastrais.....	95
5.2	Nível de acuracidade adotado.....	96
5.3	Perfil dos usuários do cadastro	102
5.4	Levantamento geodésico dos pontos de interesse.....	102
5.5	Banco de dados em SIG com ferramentas para auxiliar na manutenção das redes de água	106
5.5.1	Organização dos layers (planos de informação).....	106
5.5.2	Criação do geodatabase e da rede geométrica	108
5.5.3	Ferramentas de simulação utilizando a rede geométrica.....	110
5.5.4	Geocodificação	113
5.5.5	Produtos e consultas do SIG para subsídios na gestão da manutenção de redes de água do DMAE.....	119
5.5.6	Avaliação da acuracidade.....	127
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	128
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	131
	ANEXOS.....	138
	ANEXO 1 - RELATÓRIO DO PROCESSAMENTO GNSS DOS GEOPINOS MEDIDOS PELO CONVÊNIO UFRGS.....	138
	ANEXO 2 – MAPA TEMÁTICO DAS OCORRÊNCIAS GEOCODIFICADAS POR ENDEREÇO DO SAC 115	140
	ANEXO 3 – PLANILHA DE OCORRÊNCIAS DO SAC 115	142

1 INTRODUÇÃO

O controle dos sistemas de abastecimentos urbanos é uma questão de máxima relevância na gestão dos recursos hídricos, não só pelos aspectos ecológicos e econômicos envolvidos, mas também por questões de Saúde Pública e disponibilidade do serviço à população cuja necessidade é de universalização do abastecimento.

A falta de um cadastro adequado e de processos preventivos para a manutenção da rede de abastecimento aumenta a necessidade de eficiência e rapidez nas ações corretivas, acarretando em aumento nos custos operacionais das empresas.

As geotecnologias, principalmente, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) baseados em dados de um cadastro confiável, podem ser utilizados como ferramentas na gestão, tanto em programas de prevenção de perdas e controle de fugas, quanto em bases de ações corretivas, foco deste trabalho.

1.1 Contexto atual dos serviços de abastecimento de água do DMAE

O Departamento Municipal de Água e Esgotos (DMAE) é uma autarquia da Prefeitura Municipal de Porto Alegre - PMPA responsável pelo abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos do município de Porto Alegre.

Nos últimos anos o DMAE, vem enfrentando o desafio de aumentar sua eficiência, produtividade e qualidade a fim de garantir os recursos necessários para operar e ampliar os seus serviços. Com esses objetivos, o DMAE implantou, em abril de 2006, o Sistema de Gestão do DMAE (SGD) que é um conjunto de projetos para desenvolver a gestão por meio da liderança e das equipes, do aperfeiçoamento dos padrões de trabalho e dos mecanismos de controle dos resultados, para melhorar continuamente o desempenho dos processos mais importantes.

Como resultado do SGD, foi certificada a Gestão da Água de acordo com a NBR ISO 9001:2000, envolvendo os seguintes escopos:

- Tratamento de Água (2007);
- Armazenamento e Distribuição de Água Potável (2008);
- Expansão das Redes de Distribuição de Água Potável (2008).

O processo de Armazenamento e Distribuição de Água envolve dois subprocessos:

- Distribuição de água;
- Manutenção de Redes de Abastecimento.

Dentro do subprocesso de Manutenção de Redes de Abastecimento existem diversas atividades cujas diretrizes estão descritas no Manual de Gestão do DMAE: programação de serviços, revisão de hidrantes, execução dos serviços de manutenção, conclusão do serviço de manutenção, pesquisa de vazamentos e investigações diversas, repavimentação, atualização do cadastro da rede de água, tratamento das reincidências de vazamentos. Essas atividades são demandadas pelas ocorrências informadas pelos usuários através do Serviço de Atendimento ao Cliente (SAC 115), pelo próprio DMAE e pelos demais órgãos da PMPA e seu atendimento deve ser feito de forma a minimizar o tempo de resposta e solucionar os problemas com eficácia.

Visando a melhoria contínua do subprocesso de Manutenção, diversas ações foram implantadas, tais como: padronização dos procedimentos; elaboração de Normas de Serviço, Procedimentos de Gestão e Instruções de Trabalho; implantação do Sistema 5S's; capacitação das equipes com metodologia *On The Job Training*; atualização do SAC 115, dentre outras.

A atualização do SAC 115 tornou possível a consulta de um mapa georreferenciado com as informações dos locais onde foram registradas ocorrências de serviços de água (faltas, fugas, problemas de qualidade e ligações de água), manobras de válvulas e registros, serviços de esgoto e repavimentação, além de consultas aos projetos e obras em andamento no âmbito do DMAE no município de Porto Alegre. O referido mapa pode ser acessado *on line* e suas informações são atualizadas a cada 15 (quinze) minutos.

Apesar de sua utilidade, o mapa não permite promover consultas, relatórios e operações mais detalhadas que possam auxiliar no gerenciamento da manutenção do sistema de abastecimento.

Para acessar o cadastro de água, por exemplo, é necessário consultar plantas e croquis em meios analógicos ou digitalizados através de outros sistemas e aplicativos.

O DMAE também vem desenvolvendo atividades de geoprocessamento em conjunto com os demais órgãos da PMPA e nas suas divisões, de forma isolada, mas essas ações não contemplam a manutenção dos sistemas de abastecimento.

Realizando uma entrevista com profissionais das áreas operacional, de planejamento, de levantamentos e obras, usuárias do cadastro de redes de água foram identificados e relatados problemas e necessidades quanto às informações cartográficas e geográficas disponíveis para consulta:

- O cadastro não acompanha as alterações ocorridas nas redes de adução e distribuição e as intervenções realizadas pelo próprio DMAE, PMPA e terceiros na infraestrutura da cidade;

- Há uma sensação de insegurança para elaboração de projetos e execução de serviços na rede de água com relação ao posicionamento horizontal e vertical, material e diâmetro da mesma;
- Os usuários que realizam alterações no sistema de abastecimento de água muitas vezes não as registram nem encaminham para atualização;
- Alguns usuários não utilizam cadastro por não confiarem nos dados e referências cartográficas apresentados, preferem sondar ou consultar as pessoas que já trabalharam anteriormente no local;
- Utilização inadequada de geotecnologias aplicadas que auxiliem na manutenção das redes de água.

Diversas técnicas cartográficas podem ser empregadas para apoiar a manutenção do sistema de abastecimento de água utilizando programas computacionais e softwares, além do emprego de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) que podem auxiliar no planejamento e gerenciamento das atividades operacionais necessárias para continuidade do abastecimento de água, mas atualmente este potencial do SIG não está plenamente implementado nesta área.

1.2 Objetivos

O presente projeto tem como objetivos gerais a aplicação de ferramentas e metodologias de geoprocessamento para auxiliar no planejamento e gestão de redes de abastecimento de água do DMAE.

Os objetivos específicos a serem atingidos na área piloto são:

- Revisão, atualização e otimização do cadastro de redes de água na área de estudo de caso;
- Delimitação das zonas de abastecimento e das zonas de abrangência das válvulas e registros;
- Criação de um banco de dados georreferenciado das redes de água;
- Elaboração de rotinas de SIG com ferramentas de auxílio à manutenção das redes de água;
- Realização de um estudo para estabelecimento de padrões de precisão para elaboração do cadastro de água.

1.3 Justificativa

Considerando a necessidade de melhorar a eficiência no atendimento às ocorrências na rede de abastecimento, redução de custos, otimização de recursos e redução de tempo de interrupção de fornecimento de água à população, torna-se desejável o aporte de metodologias que utilizem geotecnologias pelo DMAE no processo de manutenção de redes de água.

O gerenciamento da manutenção da rede de abastecimento de água necessita de ferramentas computacionais que auxiliem na tomada de decisões de maneira rápida e eficaz, pois o abastecimento contínuo de água depende diretamente das equipes de conservação das redes e das informações disponíveis para as mesmas.

Dessa forma, as ferramentas de geoprocessamento possibilitam:

- Auxiliar na localização geográfica precisa das ocorrências na rede de abastecimento de água;
- Fornecer o cadastro atualizado georreferenciado e com a precisão necessária das redes de água;
- Permitir o acesso a informações estratégicas tais como: material, diâmetro e situação da rede de distribuição; vazão e pressão de abastecimento; pontos de coleta de amostras de água para análise da qualidade; localização, condição e pressão dos hidrantes, válvulas e ventosas.
- Simular manobras operacionais de válvulas e registros;
- Auxiliar na detecção de áreas com problemas de abastecimento e faltas de água;
- Fornecer subsídios para determinação de áreas com necessidade de manutenção preventiva ou substituição de redes, antecipando a identificação dos problemas (sem necessidade de que sejam comunicados pelos usuários quando ocorrem);
- Permitir cruzamentos de dados pelo acesso simultâneo aos níveis de informação;
- Proporcionar atualização mais fácil (atualmente pode levar até 6 meses para alterações cadastrais);
- Dar subsídios para a melhoria contínua do processo de manutenção de redes;
- Possibilitar a priorização de investimentos baseados em critérios técnicos obtidos a partir das informações obtidas;
- Reduzir custos de operação e manutenção do sistema evitando desperdício de tempo, material, mão de obra, escavações e sondagem desnecessárias, deslocamentos, perdas de água, dentre outros, através do planejamento e gerenciamento mais eficazes;

- Auxiliar no atendimento aos usuários internos e externos do DMAE, agilizando a atuação das equipes de conservação, cuja meta atual (2011) é atender no mínimo 96% das ocorrências em até 24 horas.

1.4 Estrutura do trabalho

O trabalho foi dividido em 5 (cinco) seções:

Na **Introdução** estão apresentadas as considerações iniciais contextualizando os serviços de abastecimento de água do DMAE. Também são estabelecidos os objetivos gerais e específicos do trabalho, bem como as justificativas para sua execução.

Na seção **Revisão Teórica** foi feita a revisão dos temas abordados visando subsidiar as metodologias empregadas para execução das etapas. O capítulo está subdividido nos temas: Normas Técnicas, Projeções Cartográficas e Sistemas de Referência, Levantamento Topográfico, Sistema de Informação Geográfica e Sistema de Abastecimento de Água Urbano.

Na **Área de Estudo** está caracterizado o local da área de estudo, apresentando as informações sociais e de localização.

Materiais e Métodos descreve os materiais e métodos utilizados, sendo a metodologia subdividida de acordo com as suas fases de desenvolvimento: Estrutura de Dados e Fonte de Informação, Avaliação da Rede Geodésica Municipal e Informações Cadastrais, Definição dos Requerimentos de Acuracidade, Definição dos Usuários do Cadastro, Levantamento Geodésico dos Pontos de Interesse, Desenvolvimento do Banco de Dados em SIG.

Na seção **Resultados** são apresentados os resultados alcançados, subdivididos em itens, conforme o desenvolvimento dos métodos executados.

Em **Conclusões e Recomendações** são analisados os resultados em função dos objetivos estabelecidos, assim como são apresentadas as recomendações dos autores.

Na **Revisão Bibliográfica** foram citadas as fontes de referência consultadas para elaboração do trabalho.

Nos **Anexos** estão incluídos os documentos necessários para o acompanhamento do trabalho, bem como os mapas temáticos produzidos para a visualização de produtos cartográficos gerados.

2 REVISÃO TEÓRICA

2.1 Normas técnicas

Para realização dos trabalhos cartográficos, geodésicos, topográficos e cadastrais foram consultadas as normas técnicas e a legislação estabelecida pelos órgãos competentes, no âmbito federal, estadual e municipal, além de normas de outras empresas de saneamento e a seguir estão apresentadas aquelas utilizadas para elaboração deste trabalho.

2.1.1 Normas brasileiras

Foram consultadas as Normas Brasileiras (NBR) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), apresentadas na Tabela 1, para realização do projeto:

Tabela 1 - Normas Brasileiras consultadas

NORMA	ENUNCIADO
NBR 13133/94	Execução de levantamento topográfico
NBR 14166/98	Rede de referência cadastral municipal - Procedimentos
NBR 12586/92	Cadastro do sistema de abastecimento de água
NBR 12211/92	Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água
NBR 12218/94	Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público

2.1.2 Normas da Prefeitura Municipal de Porto Alegre

Foi utilizado como referência para levantamentos plani-altimétricos o Decreto Municipal N° 8353 de 1983 que dispõe sobre atividades topográficas e cartográficas ocorrentes no município de Porto Alegre.

2.1.3 Normas do DMAE

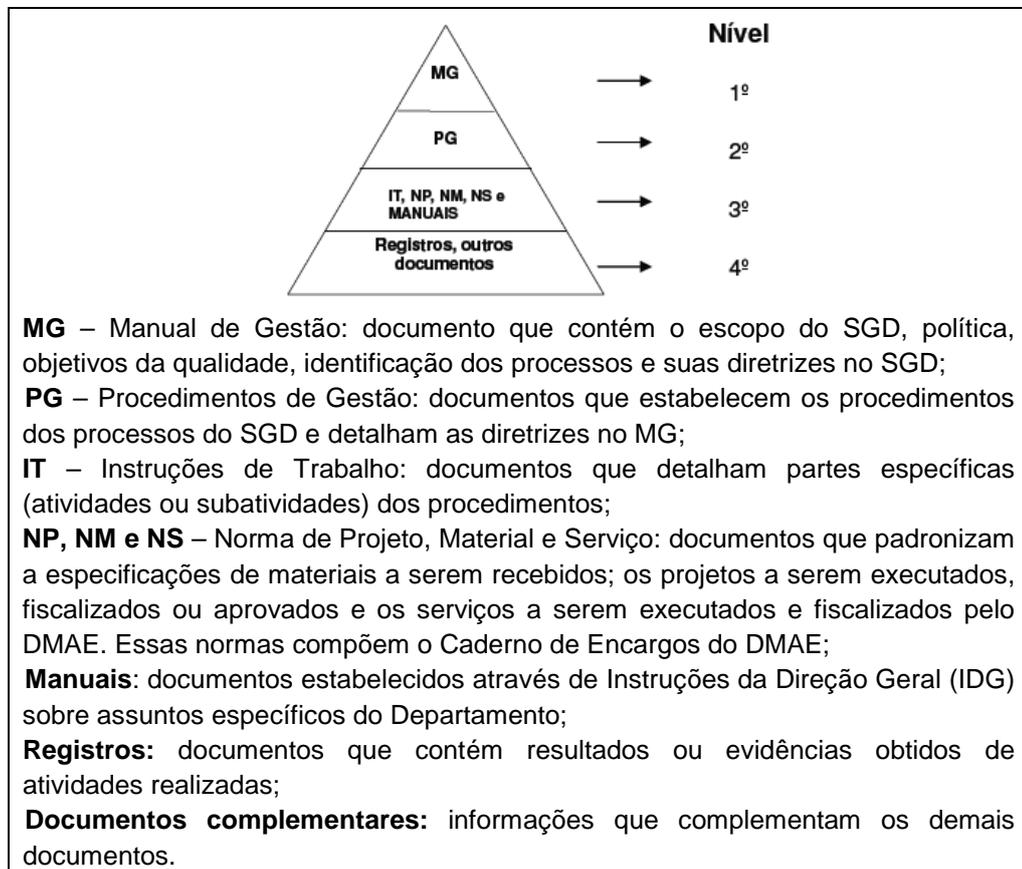
Conforme citado anteriormente, visando modernizar a sua gestão, o DMAE implantou, em abril de 2006, o Sistema de Gestão do DMAE (SGD) que é um conjunto de projetos para desenvolver a gestão por meio da liderança e das equipes, do

aperfeiçoamento dos padrões de trabalho e dos mecanismos de controle dos resultados, para melhorar continuamente o desempenho dos processos mais importantes.

Como resultado do SGD, foi certificada, de acordo com a NBR ISO 9001:2000, a Gestão da Água sendo que uma das atividades condicionantes para obtenção da certificação ISO 9001:2000 foi o estabelecimento de padrões e normas relativos aos processos envolvidos. Dessa forma, foram elaborados documentos para cada processo envolvido no SGD.

A documentação do SGD foi estruturada de acordo com os níveis hierárquicos da Tabela 2:

Tabela 02 - Estrutura dos documentos do SGD



Fonte: Manual de Gestão do DMAE, 2010

Os documentos do SGD consultados foram:

- Manual de Gestão do DMAE versão 2010;
- PG013 - Procedimento para elaboração e fiscalização de projetos da Divisão de Planejamento;
- NP001 – Levantamentos Topográficos;

- NS007 – Locação e Sondagem para Redes de Água e Esgoto;
- PG014 - Procedimento de Fiscalização de Obras;
- NS022 – Cadastramento de Redes de Água;
- NP005 – Graficação de Projetos.

2.2 Projeções Cartográficas e Sistema de Referência

Porto Alegre, bem como a maioria dos municípios da sua Região Metropolitana, possuem seus mapas desenvolvidos na Projeção de Gauss-Krüger, amarrados ao Sistema Geodésico da Comissão da Carta Geral do Brasil (CELESTINO *et al.*, 2006) sendo o *Datum* planimétrico o Observatório da Comissão da Carta Geral do Brasil, com localização e coordenadas desconhecidas. O *Datum* altimétrico é o Marégrafo de Torres.

Segundo consta em ROCHA(1998):

4.2.1 Projeção Gauss -Krüger - Porto Alegre

A projeção Gauss-Krüger foi implantada na região metropolitana de Porto Alegre,RS nos anos 70, para mapeamentos nas escalas de 1/15.000, 1/5.000 e 1/1.000. Possui as seguintes características:

- 1- *Transversa de Mercator com fusos de três graus de amplitude em longitude e cilindro tangente;*
- 2- *Projeção conforme (preserva os ângulos em pequenas regiões)*
- 3- *Origem das coordenadas Norte: no equador;*
- 4- *Origem das coordenadas Leste: meridiano central de 51° oeste de Greenwich;*
- 5- *Unidade de medida: metro*
- 6- *Falso Norte (N): 5.000.000,00 metros;*
- 7- *Falso leste (E): 200.000 metros;*
- 8- *Fator de escala para o meridiano central (K0) = 1,00000 (cilindro tangente no meridiano central)*

Toda e qualquer atividade de cunho topográfico ou cartográfico realizado no município de Porto Alegre deve seguir o que consta no Decreto Municipal Nº 8353 de 1983, isto é, utilizar a Rede de Referência Planialtimétrica do Município (RRPM).

O mapeamento sistemático do Braisl teve sua origem no início do século XX, mais precisamente em 1903, quando Porto Alegre foi escolhida para ser a sede da Comissão da Carta Geral do Brasil (CCGB), que tinha como um dos seus principais objetivos a

implantação de uma rede geodésica que servisse de apoio ao mapeamento sistemático do país .

“O último mapeamento sistemático do município de Porto Alegre foi realizado em 1982. O levantamento aerofotogramétrico foi realizado na escala 1:5.000, cobrindo uma área aproximada de 500 km², e a restituição foi executada na escala 1:1.000”.(ROCHA,R.S. et all 2008).

Atualmente a rede de referência do município de Porto Alegre está materializada em cerca de 2500 pinos metálicos, monumentalizados ao longo de vias públicas, mas que continuam tendo suas coordenadas referidas ao sistema geodésico de referências CCGB.

A amarração da RRPM ao CCGB contraria a NBR 14166 - Rede de Referência Cadastral Municipal – Procedimento, pois impossibilita sua integração ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB).

“Rede de Referência Cadastral: Rede de apoio básico de âmbito municipal para todos os serviços que se destinem a projetos, cadastros ou implantação e gerenciamento de obras, sendo constituída por pontos de coordenadas planialtimétricas, materializados no terreno, referenciados a uma única origem (Sistema Geodésico Brasileiro - SGB) e a um mesmo sistema de representação cartográfica, permitindo a amarração e conseqüente incorporação de todos os trabalhos de topografia e cartografia na construção e manutenção da Planta Cadastral Municipal e Planta Geral do Município, sendo esta rede amarrada ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB); fica garantida a posição dos pontos de representação e a correlação entre os vários sistemas de projeção ou representação. (NBR 14166 -1998).”

O SGB é caracterizado pelo conjunto de estações que representam o controle horizontal e vertical necessários à localização e representação cartográfica no território brasileiro. Estabelecer e manter o sistema são responsabilidades do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE através de seu Departamento de Geodésia.

Durante cerca de vinte anos, da década de 50 até 70 do século passado, o *Datum* adotado para o SGB foi o *Datum* Córrego Alegre (CA), com origem no vértice Córrego Alegre. Posteriormente, visando melhorias técnicas, e por breve período, foi usado o *Astro Datum* Chuá, que tinha como origem o vértice Chuá. Ambos os *Datum* tinham como superfície de referência o Elipsóide Internacional de Hayford de 1924.

O *Datum* Sul Americano de 1969 (SAD 69), que tem como superfície de referência o elipsóide internacional de 1967, foi adotado pelo Brasil no final dos anos 70, tendo como origem o vértice de Chuá. A utilização do SAD 69 como sistema de referência único para a América do Sul, foi recomendada em 1969.

Apesar das 5000 estações cujas coordenadas geodésicas estão referidas ao SAD 69, e mais de trinta anos de utilização, ainda são encontrados inúmeros documentos cartográficos e coordenadas referidas ao Córrego Alegre.

Em 2005, através da Resolução (R. PR - 1/2005), o IBGE iniciou o período de transição de dez anos para o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS), concebido para ser o Sistema Geocêntrico único para as Américas que é considerada uma das redes continentais mais precisas do mundo. Outra característica importante do SIRGAS, além de ser Geocêntrico, é sua compatibilidade, em termos cartográficos, ao World Geodetic System (WGS84), pois a diferença entre coordenadas obtidas para um mesmo ponto nos dois sistemas é menos do que 10 centímetros.

Através de seu site e de publicações especializadas, o IBGE tornou público os parâmetros necessários para a transformação de coordenadas de SAD69 para SIRGAS, assim como de SIRGAS para SAD69. Para coordenadas em Córrego Alegre é necessário primeiro convertê-las para SAD69 e, posteriormente, para SIRGAS.

No caso das coordenadas obtidas no CCGB, como em Porto Alegre e outros municípios da região metropolitana, não há como transformá-las para SIRGAS, pois para a geração dos parâmetros de transformação são necessárias as informações completas do *Datum* planimétrico, que foram perdidas.

Ao longo do trabalho será discutida a metodologia e os trabalhos executados para desenvolver procedimentos para obtenção de parâmetros de transformação para dados cartográficos, que atualmente estão no Sistema Cartográfico Municipal de Porto Alegre, para SIRGAS a fim de que o projeto atenda as recomendações do IBGE.

2.3 Levantamento topográfico

A Topografia tem por finalidade determinar o contorno, dimensão e posição relativa de uma porção limitada da superfície terrestre, sem levar em conta a curvatura resultante da esfericidade terrestre. Isso equivale a projetar sobre um plano, que se supõe horizontal, não só os limites da superfície a representar como todas as particularidades notáveis, naturais ou artificiais do terreno (ESPARTEL, 1977).

Levantamento topográfico é um conjunto de operações necessárias para a determinação da posição relativa dos pontos na superfície terrestre. Esta determinação se dá a partir do levantamento de pontos planimétricos e altimétricos, através de medidas angulares e lineares, com o uso de equipamentos apropriados.

Durante um levantamento topográfico normalmente são determinados pontos de apoio ao levantamento (pontos planimétricos, altimétricos ou planialtimétricos), e a partir destes, são levantados os demais pontos que permitem representar a área levantada. A primeira etapa pode ser chamada de estabelecimento do apoio topográfico e a segunda de levantamento de detalhes.

A operação de coleta dos dados necessários para a elaboração de uma planta ou carta topográfica de uma área é designada por levantamento topográfico. Os levantamentos topográficos podem ser executados utilizando:

- Os métodos clássicos da Topografia, que se baseiam fundamentalmente na medição de ângulos e distâncias recorrendo a instrumentos tais como teodolitos, níveis e estações totais;
- Métodos fotogramétricos, sendo a informação obtida a partir de fotografias aéreas métricas, ou imagens realizadas por sensores instalados em satélites artificiais da Terra;
- O Global Navigation Satellite System (GNSS) que utiliza receptores dos sinais emitidos por satélites, permitindo a determinação precisa das coordenadas dos locais onde as antenas dos receptores são colocadas.

A escolha do método utilizado, não necessariamente único, ocorrerá em decorrência da escala do trabalho, sua precisão, características da área a ser trabalhada (topografia, obstruções, condições climáticas e recursos), tempo disponível e custos.

Não importando qual o(s) método(s) utilizado(s) para a coleta dos dados em campo, haverá a etapa de gabinete, onde serão realizados os ajustamentos necessários dos dados de campo.

A seguir está apresentado o método utilizado neste trabalho para os levantamentos de coordenadas dos pontos georreferenciados.

2.3.1 Levantamentos GNSS

O homem sempre utilizou os corpos celestes para a navegação, o que certamente continuará fazendo até o final da Humanidade, para sua orientação. Entretanto, atualmente, utiliza além de corpos celestes naturais, os corpos (satélites artificiais) que ele lançou ao espaço e colocou sob seu controle.

A navegação astronômica com o uso dos corpos naturais depende da possibilidade de visualização dos astros que precisam estar à disposição do usuário no momento da realização da operação. Assim, como o homem não tem controle sobre todos os fatores ambientais, pode estar impossibilitado de obter a sua posição sempre que desejar.

Nas décadas de 60 e 70, a utilização de satélites artificiais introduziu novos sistemas de navegação (Transit, Timation, System 621B, NTS), que resolveram alguns desses problemas, mas não todos simultaneamente.

O caminho para a melhoria da solução foi dado através de pesquisas realizadas nas décadas de 70 e 80, pela força aérea dos Estados Unidos, que levaram ao desenvolvimento de um sistema de navegação por satélites Navigation System using Time and Ranging / Global Positioning System (NAVSTAR/GPS).

A partir de 1983 iniciou-se a aplicação deste sistema para soluções geodésicas e em março de 1994 o sistema foi declarado operacionalmente completo com 21 satélites (mais três satélites em reserva ativa), distribuídos em seis planos orbitais, com uma altura orbital média de 20200 km, inclinados de 55° em relação ao equador com um período orbital de 12 horas siderais, de modo que pelo menos quatro satélites sejam visíveis simultaneamente acima do horizonte, em qualquer lugar da superfície da Terra, e em qualquer instante (SEEBER, 1993).

Os objetivos do Sistema GPS são:

- Auxiliar a radio navegação com elevada precisão nos cálculos de posição;
- Propiciar navegação em tempo real;
- Propiciar alta imunidade a interferências;
- Proporcionar cobertura global, 24 horas por dia;
- Obter de forma rápida as informações transmitidas pelos satélites.

2.3.1.1 Princípio básico do GPS

Para MORAES *et al.* (1998), o funcionamento do sistema GPS se baseia no princípio da triangularização, segundo o qual o observador conhece a posição de um conjunto de satélites em relação a um referencial inercial e a sua posição em relação a este conjunto de satélites, e obtém a sua própria posição no sistema de referência. O sistema de referência utilizado pelo sistema GPS é o WGS (WGS72 até 1986 e WGS84 a partir de 1987).

As órbitas dos satélites são calculadas em um sistema inercial (SI) onde as coordenadas independem da posição do observador. Trata-se de um sistema tridimensional fixado no espaço, absolutamente independente da rotação da Terra e tendo como plano fundamental o plano do equador. O eixo X é a linha equinocial apontando para o ponto

vernal (γ), o eixo Y no plano do equador 90° anti-horário, torna o sistema dextrógiro, e o eixo Z coincide com o eixo de rotação da Terra apontando para Norte.

O cálculo das coordenadas do satélite no instante da transmissão do sinal é feito a partir das informações irradiadas pelo próprio satélite (mensagem de navegação) no SI já citado no parágrafo anterior, cuja origem é o ponto vernal (γ). Todos os sinais de tempo transmitidos pelo Sistema GPS são baseados em um apurado sistema de tempo chamado GPST que é mantido por relógios atômicos da Master Control Station (MCS) em Colorado Springs, nos Estados Unidos. O GPST - base de tempo dos satélites GPS - Constitui uma escala estável e foi sincronizada com o Tempo Universal Coordenado (UTC) às 00:00:00 do dia 06/01/1980 (Domingo). Neste momento iniciou a semana GPS que vai até 1023, quando recomeça a contagem a partir do zero novamente. O sistema terrestre (ST) adotado para referência tanto das efemérides transmitidas quanto das efemérides precisas é o WGS84.

2.3.1.2 Sinais de rádio do GPS

São utilizados dois tipos de sinais: um para a determinação de posição dos usuários e outro para eventuais correções necessárias nas configurações dos satélites. Os satélites GPS, também chamados de “veículos espaciais” ou SV (Space Vehicle) transmitem em duas frequências, na comunicação com os usuários, na faixa UHF (Ultra High Frequency), sendo que seus valores são 1575,42 MHz e 1227,60 MHz. Estas frequências portadoras são designadas por L1 e L2, são obtidas a partir da frequência fundamental (10,23MHz) multiplicada por 154 e 120, respectivamente. O comprimento de onda de L1 é cerca de 19 cm, enquanto o comprimento de onda de L2 é cerca de 24 cm.

Com o anúncio da modernização do GPS em 1998 pelo Departamento of Defense (DoD) dos Estados Unidos, algumas atualizações foram anunciadas, dentre elas o código civil L2C, modulado na portadora L2 com a intenção de reduzir os problemas do código Y, assim como uma nova portadora L5 com frequência de 1176,45 MHz que transportará um código dez vezes mais longo que o código C/A, denominado por MONICO (2008), como L5C. A Figura 1 mostra em blocos a relação existente entre os diferentes sinais do GPS.

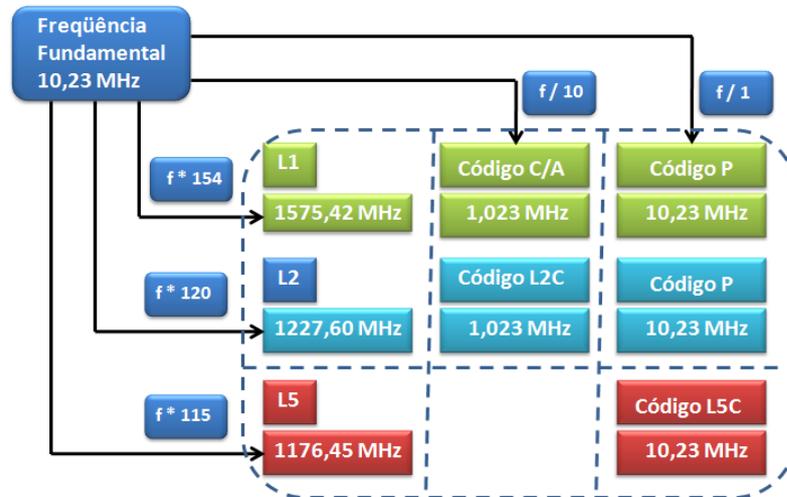


Figura 1 - Estrutura básica do sinal GPS .Fonte: Adaptação de Monico (2008)

2.3.1.3 Códigos GPS

Os códigos são modulados sobre as ondas portadoras, gerando os seguintes sinais:

- Código C/A sobre L1 (clear access ou coarse aquisition): código de acesso livre usado em receptores civis, com frequência de 1,023 MHz, duração da palavra de 1023 bits: 1ms;
- Código P sobre L1 e L2 (precise): código de acesso controlado pela estação de controle (pode ser encriptado), com frequência de 10,23 MHz em um período de 267 dias. Pode ser modulada sobre as fases portadoras L1 e L2;
- Código Y sobre L1 e L2: gerado a partir de uma equação secreta (anti-spoofing – A/S) que criptografa o código P. Esse modo é usado para causar a degradação intencional do sinal civil dos satélites GPS.

2.3.1.4 Segmentos do GPS

Os segmentos do sistema GPS são 3 (três): segmento de controle, mostrado na figura 4, segmento espacial e segmento de usuários.

O segmento de controle é responsável pela operação do Sistema GPS. Sua principal função é atualizar a mensagem de navegação transmitida pelos satélites. Este

segmento é constituído por estações de monitoramento estrategicamente espalhadas pelo mundo (ver Figura 2), localizadas em Ascencion, Colorado Springs, Diego Garcia, Kwajalein e Hawaii, que rastreiam continuamente todos os satélites visíveis pelo campo da antena das estações. Os dados rastreados pelas Monitoring Stations (MS) são transmitidos para a Master Control Station em Colorado Springs, nos Estados Unidos para serem processados com o objetivo de calcular os dados relativos às orbitas (efemérides) e a correção dos relógios dos satélites para atualizar a mensagem de navegação. A nova mensagem de navegação é transmitida para os satélites pelas Ground Antenas (GA), quando os satélites passam no seu campo de visada. Devido à posição geográfica das GA a mensagem de cada satélite é atualizada pelo menos três vezes ao dia.

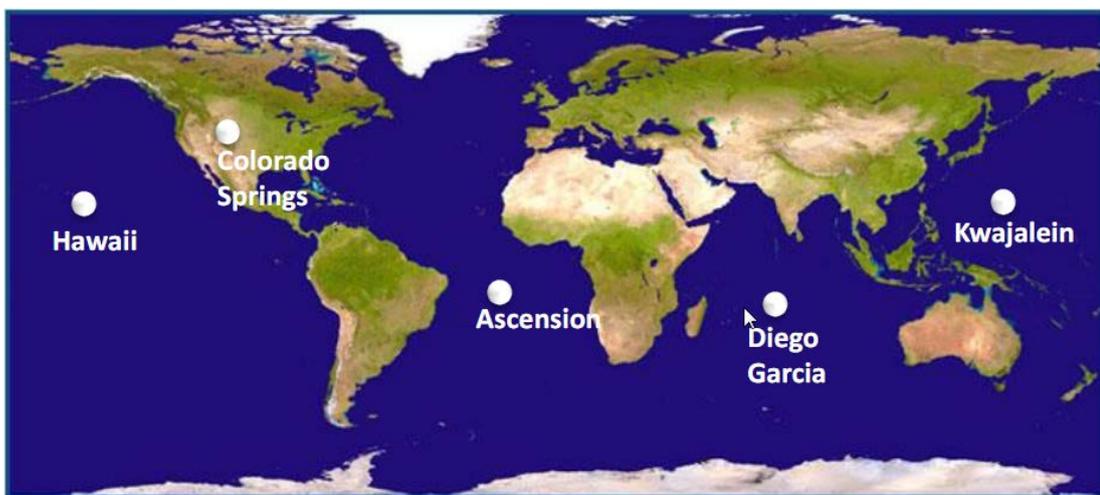


Figura 2 - Segmento de Controle GPS. Fonte: Adaptado Monico (2008)

O segmento de controle tem a função de:

- Verificar o funcionamento dos satélites;
- Enviar os dados necessários para os satélites;
- Determinar e enviar as efemérides dos satélites (parâmetros orbitais para uma determinada época);
 - Determinar as correções dos relógios dos satélites;
 - Determinar as correções aproximadas devido ao atraso atmosférico sofrido pelo sinal;
- Controlar as manobras de substituição dos satélites;
- Atualizar a mensagem de navegação.

O segmento espacial é composto por uma constelação de 24 satélites, orbitando a uma altitude aproximada de 20.000 km, distribuídos em seis planos orbitais, cada órbita tem inclinação de 55° em relação ao plano do Equador e cada satélite tem um período de

revolução de 12 horas siderais, conforme mostrado na Figura 3. Este período implica na repetição da constelação quatro minutos mais cedo diariamente em relação ao tempo solar, em um mesmo local. A função do segmento espacial é gerar e transmitir os sinais GPS (códigos, portadoras e mensagens de navegação).



Figura 3 - Configuração da Constelação GPS. Fonte: LeivanBLOG (2010)

O segmento dos usuários é formado pelo conjunto de todos receptores utilizados pelos variados usuários do sistema a nível global. Os receptores são compostos por um processador, uma unidade de memória de dados e uma antena receptora do sinal. Os receptores recebem e decodificam o sinal, ao qual são aplicados determinados algoritmos de cálculo, obtendo assim a posição e velocidade do receptor (centro de fase da antena), e o tempo exato com a precisão superior a 1mseg. O sinal pode também ser processado posteriormente, a fim de serem obtidos melhores resultados de posicionamento.

2.3.1.5 Configuração de um receptor GPS padrão

Para realizar este batimento uma ou mais freqüências são geradas a partir de um mesmo oscilador de referência. O processo de batimento com o oscilador local gera duas bandas de freqüência, uma superior e outra inferior; a banda inferior é selecionada e a superior é rejeitada mediante um filtro passa faixa na saída do misturador. O sinal passa então por um conversor análogo-digital (A/D) com controlador de ganho automático seguido de um filtro “antialiasing” em FI que deve suprimir os sinais fora da banda de interesse, estando neste ponto o sinal de FI embebido no ruído térmico. O processamento dos “n” canais de recepção começa neste ponto, aqui o sinal é separado de acordo com o número de sinais de satélites GPS presentes. Após a identificação destes sinais é realizado o

processamento da informação contida neles para determinar a posição e a velocidade do usuário, assim como o tempo universal UTC. Os resultados obtidos são apresentados de forma mais apropriada através da interface de usuário (CISNEROS, 2003).

O sinal recebido pela antena do receptor é decodificado e interpretado pelo processador. Para isso, eles estão munidos de relógios de quartzo com um oscilador de frequência, o que permite criar uma réplica dos códigos P e C/A (se conhecidos), que depois de comparados com os sinais recebidos, permitem determinar a sua diferença de fase em termos de tempo. Essa diferença de fase corresponde ao atraso do sinal, devido ao seu tempo de percurso, mais o estado dos relógios do satélite (p) e do receptor (k). A diferença de fase (DT) multiplicada pela velocidade de propagação do sinal (velocidade da luz) resulta na chamada pseudodistância do satélite ao receptor, como mostrado na Figura 4.

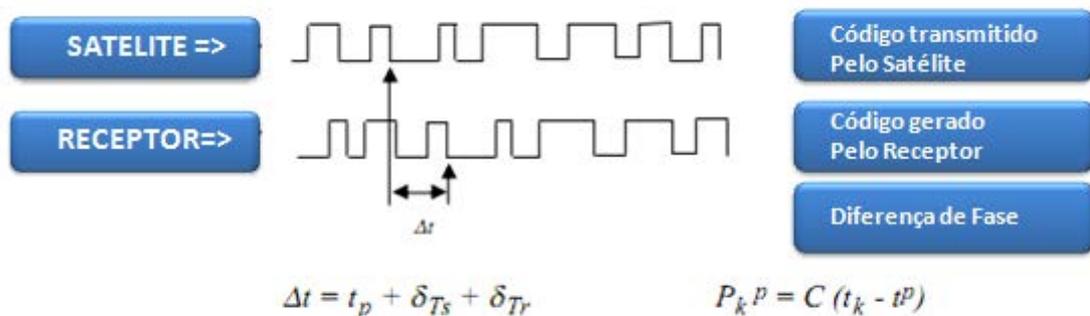


Figura 4 - Diferença de fase medida na recepção do código. Fonte: Adaptado de Cisneros (2003)

A distância determinada pelo código é caracterizada de pseudo, pois está contaminada pelos erros dos relógios e dos atrasos do sinal devido a efeitos atmosféricos (ionosféricos e troposféricos).

Os receptores podem ainda, caso possam produzir portadoras do tipo L1 e L2, fazer outro tipo de observação muito mais precisa, a diferença de fase entre a onda L emitida pelo satélite e a onda L gerada pelo receptor. É esta segunda observação que torna o GPS um sistema preciso para trabalhos rigorosos de coordenação e posicionamento.

Há no mercado uma vasta gama de receptores, no entanto podemos subdividi-los da seguinte forma:

- Os que registram apenas o código;
- Os que registram o código e a diferença de fase;
- Sem acesso ao código, medindo apenas a diferença de fase.

Os receptores do primeiro tipo são normalmente designados por receptores de navegação, são os de menor precisão, com uso possível apenas para ser utilizado para coordenação de pequena escala (por exemplo, nas aplicações de SIG's) ou posicionamento pouco preciso (navegação). Os receptores do segundo e terceiro tipo oferecem resultados de posicionamento mais precisos e por isso são os utilizados nas aplicações da topografia, hidrografia e geodésia, ou em qualquer outra aplicação de posicionamento que necessite maior rigor no valor das coordenadas.

2.3.1.6 Tipos de processamento

- Diferença Simples de Fase: diferença entre duas puras diferenças para o mesmo satélite;
- Diferença Dupla de Fase: diferença entre duas simples diferenças de fase, tomadas para pares de satélites, com pelo menos um participando do cálculo;
- Diferença Tripla de Fase: resultado da diferença entre duas observações de dupla diferença de fase, obtidas em tempos diferentes, tomando um mesmo tempo como origem para realizar os cálculos.

2.3.1.7 Posicionamento com GPS

Posicionamento consiste na determinação da posição de um ponto qualquer em um sistema de referência, onde as respectivas coordenadas são obtidas por um dado método (matemático) que recorre a uma determinada técnica (instrumental). A posição deve ser independente da técnica utilizada, ao passo que a respectiva precisão de posicionamento é dependente do método e técnica utilizados.

No presente trabalho o método utilizado foi o de posicionamento relativo onde a posição de um ponto é determinada com relação à de outros pontos cujas coordenadas são conhecidas. As coordenadas dos pontos conhecidos devem estar referenciadas ao WGS84, ou em um sistema compatível com este (SIRGAS2000, ITRF2000, ITRF2005, IGS05) (MONICO, 2008).

Para realizar o posicionamento relativo o usuário deve dispor de dois ou mais receptores. No entanto, com o advento dos chamados Sistemas de Controle Ativos (SCA) esta realidade mudou. Dispondo de apenas um receptor ele poderá efetuar posicionamento

relativo. Deverá para tanto, acessar os dados de uma ou mais estação pertencentes ao SCA. No caso do Brasil tem-se a RBMC (MONICO, 2008).

O posicionamento relativo pode ser realizado usando uma das seguintes observáveis:

- Apenas o código – pseudodistâncias;
- O código e a diferença de fase - pseudodistâncias suavizadas pela portadora;
- A fase da onda da portadora em conjunto com as pseudodistâncias.

O conceito fundamental do posicionamento relativo é que dois ou mais receptores envolvidos rastreiem, simultaneamente, pelo menos dois satélites comuns, esta simultaneidade de observações, que objetiva a redução de alguns tipos de erros inerentes do sistema, encontra-se em vários outros métodos derivados do posicionamento relativo: posicionamento relativo estático, posicionamento relativo estático rápido, posicionamento relativo cinemático e Stop and Go.

No trabalho foi utilizado o posicionamento relativo estático, onde a observável é a dupla diferença de fase de batimento da portadora, com ocupação do ponto por tempo entre 20 minutos e algumas horas, sendo este tempo dependente do comprimento da linha entre a estação de referência e o local onde o receptor está estacionado, como citado em MONICO, 2008:

“Levantamentos realizados em linhas de base com comprimento inferior a 10 km, cujos receptores estejam estacionados em locais onde não haja ocorrência de obstrução e sob condições ionosféricas favoráveis, 20 minutos são suficientes para se conseguir solução das ambigüidades com receptores de simples frequência. Esta situação se modifica conforme as condições de localização das estações e com o aumento do comprimento da linha de base.”

2.3.1.8 Erros no posicionamento GPS

As principais fontes de erro do GPS são as seguintes:

- Erro devido à geometria dos satélites com relação ao observador;
- Desvios dos relógios dos satélites;
- Atraso de propagação e processamento dos sinais pelos circuitos dos satélites;
- Erros devido a trajetórias múltiplas dos sinais (multicaminhamento);

- Efeitos da atmosfera (ionosfera e troposfera) sobre a velocidade e a trajetória de propagação dos sinais transmitidos;
- Erros devidos à resolução e ruído do receptor do usuário;
- Erro devido ao centro de fase da antena receptora que pode não coincidir com o seu centro geométrico;
- Erro devido à perda de ciclos por obstrução temporária do sinal (árvores, edifícios);
- Erro na determinação da posição dos satélites (erro de efeméride, nominal e adicional).

Na Tabela 3 estão resumidos os métodos de observação, os tempos necessários e as precisões possíveis.

Tabela 3: Métodos de posicionamento e precisão das coordenadas

	MÉTODO	TEMPO DE OBSERVAÇÃO	PRECISÃO
	Posicionamento por ponto	30 - 60 segundos	SPS: 5 - 30 m PPS: 1 5 m
RELATIVOS	Estático	1 - 4 HORAS	5 mm +/- 1 ppm
	Rápido Estático	10 A 20 minutos	1 cm +/- 1 ppm
	Stop and Go	10 a 20 segundos	10 cm - 20 cm
	Cinemático	1 segundo	10 cm - 1 m
	DGPS	Tempo Real	1 m- 3 m

Fonte: Adaptado de Monico (2008)

2.4 Sistemas de informações geográficas

O termo Sistema de Informação designa um conjunto de processos, executados sobre dados, de modo a produzir informação. Sistemas que lidam com conjuntos de dados que incluam referências a localizações no espaço podem ser classificados como Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Um SIG pode ser definido como *“um sistema composto por hardware, software, pessoas e procedimentos, projetados para realizar uma eficiente captura, armazenagem, atualização, manipulação, análise, modelagem e exibição de dados geograficamente referenciados para solução de diferentes tipos de problemas”*. De maneira simples pode-se dizer que o SIG é um sistema baseado em computador, que armazena e processa os dados que descrevem lugares e eventos sobre a superfície da Terra (LOVATO, ARANHA, GOES, 1992 apud DORCA,C.C, 2005).

Os sistemas de informação geográfica integram também, freqüentemente, informação não geográfica textual e numérica. Podem ainda incluir informações de áudio e imagens.

As características particulares destes sistemas são consequência direta da natureza específica da informação geográfica que suportam, e em função das áreas de aplicação a que se destinam. Estes dois aspectos condicionam o modo como é realizada a representação computacional da informação, o tipo de funcionalidade que é genericamente requisito destes sistemas e o conjunto de técnicas de âmbito computacional mais freqüentemente utilizadas na sua elaboração.

De acordo com Burrough (1998), os SIG são conjuntos poderosos de ferramentas para a coleta, armazenamento, recuperação seletiva, transformação, análise e visualização de dados espaciais sobre a realidade.

A análise espacial designa o conjunto de métodos analíticos que se baseiam na informação relativa à localização no espaço dos objetos, eventualmente em conjunto com outros tipos de informação.

Um SIG pode ser decomposto em quatro elementos básicos: *hardware*, *software*, informação e recursos humanos.

O componente **hardware** pode ser qualquer tipo de plataforma, desde Personal Computers (PCs) até minicomputador ou *mainframes*. O porte deste hardware será condicionado pelos demais componentes do SIG, pois depende do volume e da natureza dos dados a serem manipulados, assim como ao desempenho (velocidade das operações) desejado pelos usuários. São ainda requisitos essenciais alguns periféricos para entrada e saída de dados gráficos (como por exemplo, *scanner*, mesa digitalizadora, *plotter*, impressora e monitores gráficos), redes de computadores para permitir a comunicação entre os usuários e o sistema, assim como periféricos para o armazenamento e recuperação dos dados (Compact Discs - CDs, Digital Versatile Discs DVDs , cartões de memória e discos rígidos).

O componente de **software** é constituído, normalmente, por um produto comercial específico para o suporte de informação geográfica e, opcionalmente, por um Sistema de Gerência de Banco de Dados Geográficos (SGBD) relacional, dentre os vários sistemas relacionais disponíveis. Em contraste com os eficientes e normalmente dispendiosos pacotes de SIG comerciais, há ótimos pacotes de software SIG gratuitos disponíveis, alguns até mesmo com o código-fonte aberto disponível para a realização de alterações, na sua maioria estes pacotes gratuitos são desenvolvidos de forma cooperativa pela comunidade acadêmica e, na sua maioria, nativos do sistema operacional Linux.

O elemento **informação** constitui em muitos aspectos o recurso mais crucial do SIG. Naturalmente, as características particulares da informação geográfica, condicionam de

forma determinante parte das exigências em relação aos outros componentes dos SIG. Além das fontes tradicionais como os dados de levantamentos de campo, digitalização de mapas analógicos e Fotogrametria, atualmente há os dados originados pela Geodésia Espacial com os sistemas GNSS e do Sensoriamento Remoto.

Um dos elementos mais fundamentais é o **recurso humano**, o profissional. Por tratar-se de uma área tecnológica relativamente recente, a falta de técnicos e especialistas é freqüentemente uma limitação à criação e manutenção dos SIGs. Sem uma equipe treinada e comprometida com o projeto, pouco será alcançado.

Segundo CAMARA (2001), numa visão abrangente, pode-se indicar que um SIG tem os seguintes componentes, descritos abaixo, e com a arquitetura ilustrada na Figura 5:

- Interface com usuário;
- Entrada e integração de dados;
- Funções de processamento gráfico e de imagens;
- Visualização e plotagem;
- Armazenamento e recuperação de dados (organizados sob a forma de um banco de dados geográficos).

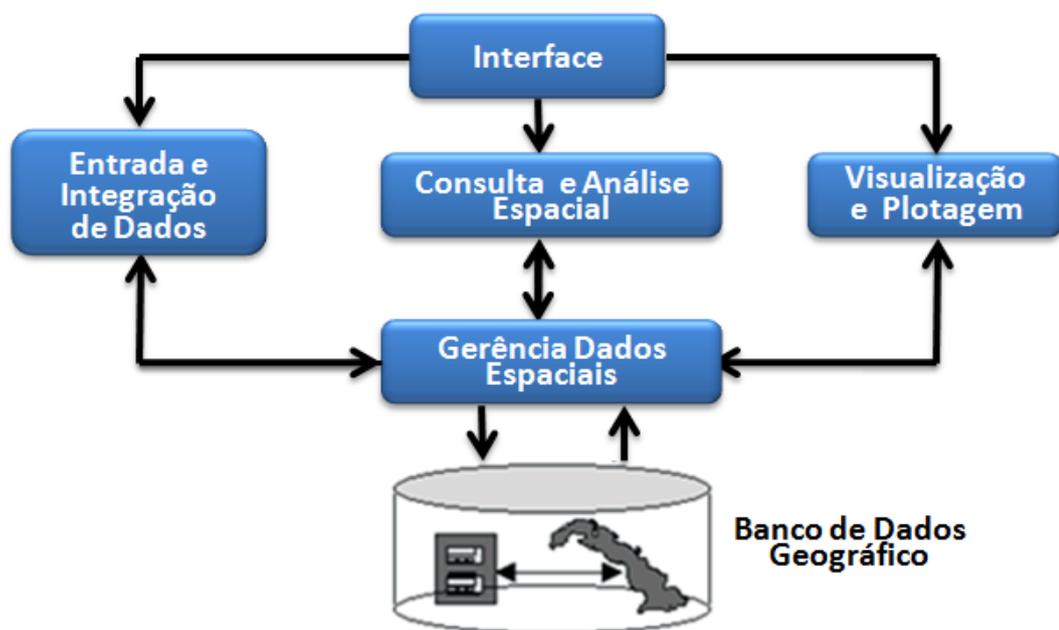


Figura 5 - Arquitetura de um SIG. Fonte: Adaptado de Camara *et al* (2001)

2.4.1 Modelos conceituais do espaço e estruturas de dados em SIG

Tradicionalmente as estruturas para representação computacional de dados espaciais, típicas dos produtos para SIG, são *raster* ou matricial, e vetorial.

Quando para representar uma área objeto de estudo é utilizada uma **estrutura raster**, considera-se esta dividida numa grade regular de células com a forma de quadrados de dimensão fixa. O objeto de análise pode ser um ponto em qualquer lugar no espaço desta célula, e o tamanho da célula varia em função da área que se deseja que ela represente. Para cada uma destas células encontra-se associado um valor único, que posteriormente, poderá ser associado a um determinado atributo — cor, temperatura, etc. O tipo de valor que pode ser atribuído às células é variável; freqüentemente, são utilizados valores inteiros, normalmente entre 0 e 255, mas também podem ser de tipo real, alfanumérico ou lógico. Geralmente, a cada uma destas células corresponde um *pixel* do monitor nas operações de visualização (ESRI, 2011).

As estruturas *raster* adaptam-se naturalmente ao suporte de dados adquiridos via *scanner*, assim como os produtos oriundos de bandas de dados recolhidos por sensoriamento remoto via satélite. Uma desvantagem do uso do *raster* está na redução da precisão espacial, o que torna menor a confiabilidade de medidas de área e de distância. Além disso, existe a necessidade de se ter grande capacidade de armazenamento e processamento, principalmente se, para incremento na precisão, for reduzido o tamanho da célula, o que acarretará em aumento no tamanho dos arquivos manipulados.

Este tipo de estrutura de dados é especialmente adequado a situações em que os objetos espaciais são georreferenciados por coordenadas do plano.

Na **estrutura vetorial**, a localização e as primitivas gráficas dos elementos são armazenadas e representadas por vértices definidos por um par de coordenadas. Dependendo da sua forma e da escala cartográfica, os elementos geográficos podem ser descritos pelas seguintes feições geométricas ou primitivas gráficas:

- **Pontos:** representados por um vértice, ou seja, por apenas um par de coordenadas, definindo a localização de objetos que não apresentam área nem comprimento. Exemplos: hospital representado em uma escala intermediária ou cidade em uma escala pequena, epicentro de um terremoto.
- **Linhas poligonais ou arcos:** representados por, no mínimo, dois vértices conectados, gerando polígonos abertos que expressam elementos que possuem comprimento ou extensão linear. Exemplos: estradas, rios, redes de água, redes de energia.

- **Polígonos:** representados por, no mínimo, três vértices conectados, sendo que o primeiro vértice possui coordenadas idênticas ao do último, gerando, assim, polígonos fechados que definem elementos geográficos com área e perímetro. Exemplos: limites políticos-administrativos (municípios, estados), classes de mapas temáticos (uso e cobertura do solo, pedologia).

A diferença entre as estruturas *raster* e vetorial está ilustrada na Figura 6.

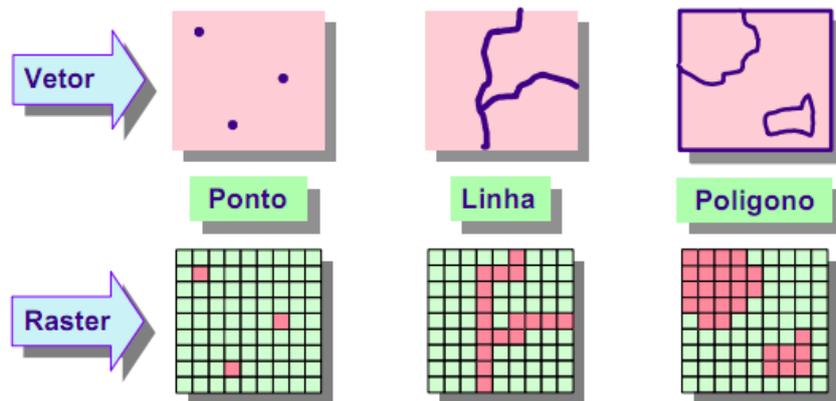


Figura 6 - Representação vetorial e *raster* de um mapa temático no SIG. Fonte: ESRI (2011)

A estrutura de representação *raster* facilita as operações analíticas, enquanto que, a estrutura vetorial apresenta maior fidelidade na representação espacial das feições.

2.4.1.1 Representação de dados alfanuméricos

Os dados alfanuméricos descrevem os atributos dos dados espaciais, descrevendo suas características, sendo ligados a estes através de identificadores em comum, chamados de geocódigos, que estão gravados tanto nos dados alfanuméricos quanto nos espaciais.

A utilização do SIG para a análise espacial está condicionada a integração dos dados espaciais com os atributos alfanuméricos, traduzindo-se numa série de funções relacionadas com a seleção, pesquisa e modelagem de dados.

Uma feição ponto, que poderia estar representando uma válvula em uma rede de distribuição de água, poderia ter associado um arquivo de atributos alfanuméricos informando dados como material de composição, data de fabricação e fabricante, estado atual (fechada ou aberta), uma feição linha poderia representar um trecho de canalização, seus atributos poderiam ser também o material, diâmetro, data de instalação, etc.

A relação entre o dado alfanumérico e a sua descrição espacial (vetor) é estabelecida através da determinação de um campo de dados comum, identificador único ou Index (ID), entre as duas entidades, contendo o mesmo valor numérico.

2.4.2 Planos de informação

Plano de informação (PI) é basicamente uma camada de informação que pode ser intercalada com outras, formando mapeamentos temáticos. São também chamados de *Layer* ou camada. Um PI utilizado em ambiente SIG, portanto digital, pode ser de dois tipos básicos de estrutura: *raster* (matricial, em grade) ou vetorial. Ambas as estruturas são usadas para representar digitalmente entidades.

Os dados vetoriais identificam dados singularmente como pontos (ex: válvulas, registros, sedes municipais e poços), linhas (ex: tubulações, estradas, rios e curvas de nível) ou polígonos (ex: Divisão política, áreas e manchas urbanas).

No ArcGIS, software SIG utilizado neste trabalho, as feições vetoriais estão no formato de arquivo **shapefile**, que não dispõem de estrutura topológica para armazenamento da localização geométrica das entidades geográficas e da informação descritiva respectiva. O formato shapefile armazena a informação geograficamente referenciada em vários arquivos distintos, como demonstra a Tabela 4.

Tabela 4 - Representação dos planos de informação

TIPO DE ARQUIVO	DESCRIÇÃO
.shp	Armazena a geometria das entidades (ponto, linha ou polígono) → Arquivo dos vetores
.dbf	Contém a informação descritiva das entidades → Arquivo de banco de dados
.shx	Armazena as ligações entre as entidades e a sua geometria → Arquivo de índices
.sbn / .sbx	Realizam as ligações entre as entidades vetoriais e a sua informação descritiva (podem não existir caso não tenha sido feita uma operação de análise espacial)
.prj	Definem o sistema de projeção cartográfica (existente quando o shapefile possuir um sistema de coordenadas associado)
.ain / .aih	Somente existem quando se procedem a operações de joining (concatenação) de Banco de Dados

Fonte: Adaptado de ESRI, (2011)

2.5 Sistemas de abastecimento de água urbanos

Um sistema de abastecimento de água, segundo a NBR 12586/92, consiste no conjunto de canalizações, instalações e equipamentos destinados a captar, transportar, tratar e distribuir água.

O objetivo principal é fornecer ao usuário a água de boa qualidade para seu uso, em quantidade adequada e com pressão suficiente.

As partes constituintes do sistema são:

- **Manancial:** é o corpo de água superficial ou subterrâneo de onde é captada a água para o abastecimento com vazão suficiente para atender a demanda de água no período de projeto e com qualidade sanitária da água adequada.
- **Captação:** conjunto de estruturas e dispositivos localizados junto ao manancial para a retirada de água destinada ao sistema de abastecimento.
- **Estação Elevatória ou Estação de Bombeamento (EBA):** conjunto de obras e equipamentos destinados a recalcar a água para outra unidade subsequente, podendo operar recalcando água bruta (EBAB) ou água tratada (EBAT). A estação elevatória pode também ser do tipo “booster”, que se destina a aumentar a pressão e/ou vazão em adutoras ou redes de distribuição de água.
- **Adutora:** canalização que se destina a conduzir água entre as unidades que precedem a rede de distribuição sem distribuir água aos consumidores finais.
- **Estação de tratamento de água (ETA):** conjunto de unidades destinadas a tratar água de forma a assegurar as suas características aos padrões de potabilidade.
- **Reservatório:** elemento destinado a reservar água de forma a regularizar as variações entre as vazões de adução e de distribuição e condicionar as pressões na rede de distribuição.
- **Rede de distribuição:** parte do sistema de abastecimento de água formada de tubulações e peças acessórias destinada a distribuir a água potável, de forma contínua com a quantidade e pressão recomendadas até os consumidores.

A Figura 7 representa as principais partes constituintes de um sistema de abastecimento de água:

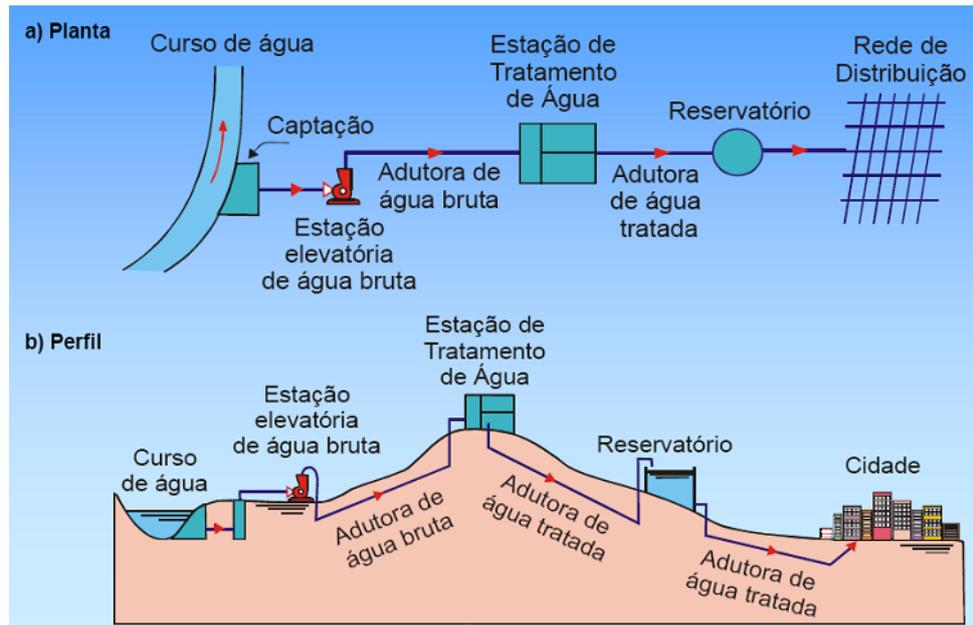


Figura 7- Sistema de abastecimento de água em planta e perfil. Fonte: Alem; Zambom (2010)

2.5.1 Características dos serviços de abastecimento de água de Porto Alegre

O DMAE é uma autarquia da Prefeitura Municipal de Porto Alegre responsável pelo abastecimento de água da cidade e foi instituído através da Lei Municipal Nº 2.312 em 15 de dezembro de 1961, completando, portanto, 50 anos de fundação.

Para obtenção de dados sobre o abastecimento de água em Porto Alegre foi consultado o Plano Diretor de Água e Esgotos de Porto Alegre (PDAE), editado em 2010, que visa a atender as diretrizes apontadas na Lei Federal no 11.445, de 5 de janeiro de 2007 (Lei de Saneamento Básico) apresentando um diagnóstico da situação atual e definindo objetivos e metas, a serem alcançados a curto e médio prazo, visando a universalização e condições ideais dos serviços de abastecimento de água e de atendimento à população com sistemas de esgotamento sanitário até o ano de 2030.

De acordo com o PDAE/2010, 99,5 % da população de Porto Alegre dispõem de abastecimento de água regular, existindo ainda áreas atendidas por caminhões pipa por apresentarem problemas de regularização fundiária, configurarem áreas invadidas ou áreas de risco.

Os dados gerais do abastecimento de água de Porto Alegre, segundo o PDAE/2010, estão apresentados na Tabela 5:

Tabela 5 - Dados do abastecimento de água de Porto Alegre

DADOS GERAIS DO ABASTECIMENTO	
Área urbana (ha)	47.630
Área abrangida pelos sistemas: (ha)	21.688
Nº de bairros (un.)	78
Nº de sistemas (un.)	7
Produção média ano 2007 (l/s)	5.701
Consumo médio micromedido ano 2007 (l/s)	3.685
Consumo estimado (água de processo+consumo social) l/s	405,34
Perdas (%)	28,25
População IBGE 2000 (hab.)	1.360.590
População IBGE 2000 (hab.) + Área Viamão abastecida	1.361.890
População estimada 2007 (hab.) + Área Viamão abastecida	1.449.684
Nº domicílios atendidos c/rede de água (2007)	600.552 + caminhões-pipa
Nº de Elevatórias (EBAB e EBAT) (un.)	96
Nº de reservatórios (un.)	96
Volume de reservação - 2007 (m³)	165.627
Extensão de redes de água - dez/2007 (m)	3.672.741,39
Extensão de redes de água - dez/2009 (m)	3.788.294,78

Fonte: DMAE PDAE (2010)

Em Porto Alegre existem 7 (sete) sistemas de abastecimento sendo que cada ETA, constitui um sistema e estes estão subdivididos em 115 (cento e quinze) subsistemas de abastecimento de água, conforme as zonas de pressão a serem abastecidas. Além disso, existem mais 2 (dois) volumes exportados para Viamão e Eldorado do Sul. Seis dos sete sistemas têm captação no Lago Guaíba, e o Sistema Lomba do Sabão capta na Barragem Lomba do Sabão.

A seguir estão apresentados as tabelas 6 e 7 com os sistemas e a população atendida pelos mesmos:

Tabela 6 - Características gerais dos sistemas de abastecimento de água de Porto Alegre

Sistema	Nº Subsist.	Nº Setores Abast.	Local Captação	Nº Elevatórias	Nº Reservatórios
Moinhos de Vento	3	6 e 7	Lago Guaíba	3	4
São João	15	1 a 5	Lago Guaíba	15	15
Menino Deus	61	8 a 17	Lago Guaíba	50	53
Belém Novo	21	20, 21, 24 e 25	Lago Guaíba	15	11
Lomba do Sabão	7	19	Barragem	4	4
Ilha da Pintada	2	23	Guaíba/Jacuí	3	2
Tristeza	6	18	Lago Guaíba	6	7
TOTAL	115			96	96

Fonte: DMAE PDAE (2010)

Tabela 7 – Sistemas de Abastecimento de Água de Porto Alegre

POPULAÇÃO 2007-2030 / SISTEMA			
SISTEMA	POPULAÇÃO 2007	POPULAÇÃO 2030	%População /Sist. - 2007
Moinhos de Vento	162.689	138.292	11,22
São João	469.546	541.539	32,39
Menino Deus	566.343	645.927	39,07
Tristeza	44.959	55.850	3,10
Lomba do Sabão	57.043	81.068	3,93
Ilha da Pintada	8.087	7.754	0,56
Belém Novo	141.017	184.690	9,73
TOTAL	1.449.684	1.655.120	100,00

Fonte: DMAE PDAE (2010)

No sistema de abastecimento de água de Porto Alegre as redes de adução e distribuição de água são de diversos diâmetros e materiais e no ano de 2009 somavam 3.788.294, 78 metros, conforme Figura 8.

**METRAGEM DE REDES DE ÁGUA
2000/2005/2009**

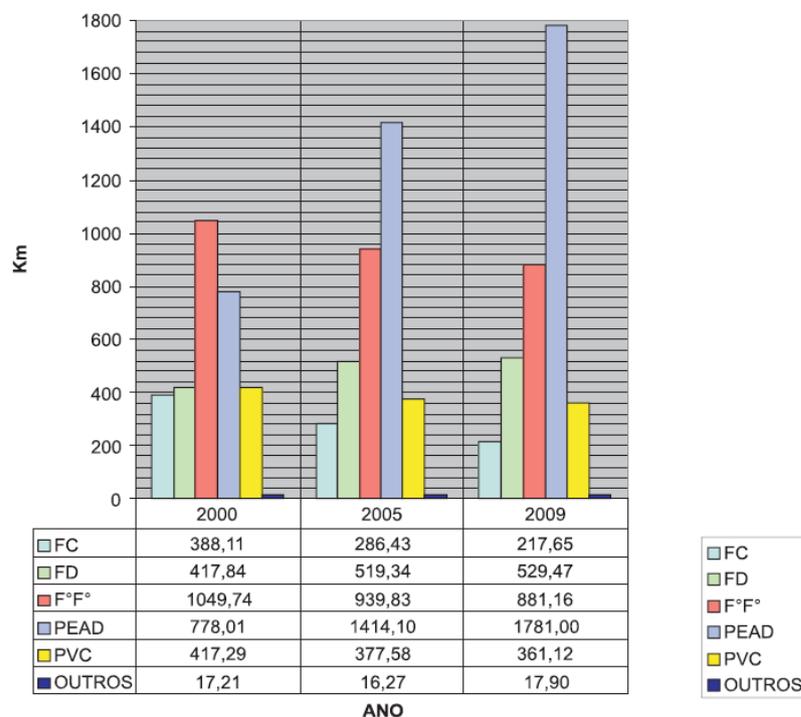


Figura 8 - Gráficos demonstrativos das extensões de rede por material do sistema de abastecimento de água de Porto Alegre. Fonte: DMAE PDAE (2010)

O DMAE está formalmente organizado segundo o organograma apresentado na Figura 9.

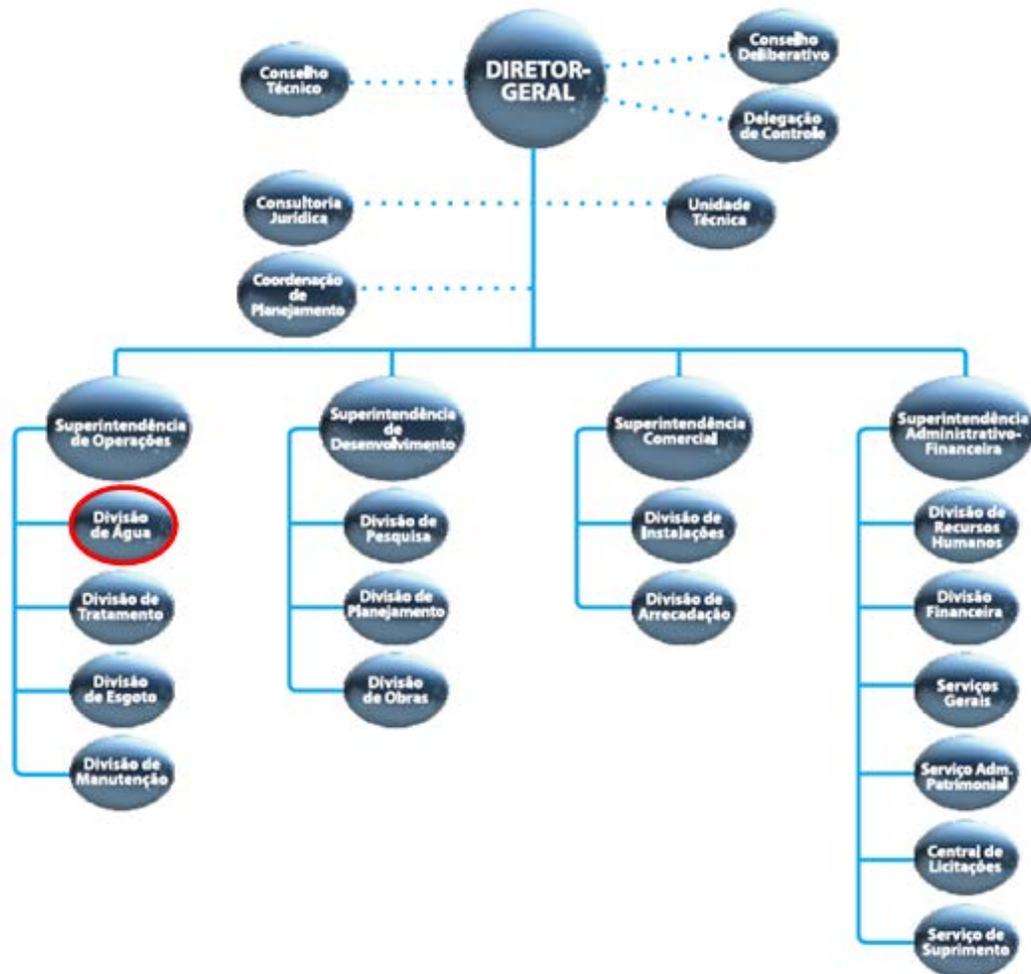


Figura 9 - Organograma do DMAE. Fonte: DMAE - Relatório de Responsabilidade Social (2008)

A manutenção das redes de água é gerenciada pelo Serviço de Conservação de Água – SVC da Divisão de Água – DVA e realizada por 277 servidores em 5 (cinco) distritais de água (Figura 10) e por uma seção de lançamento, que atendem a uma determinada área geográfica de Porto Alegre, a saber:

- Distrital Centro de Água – DICA;
- Distrital Leste de Água – DILA;
- Distrital Norte de Água I – DINA I;
- Distrital Norte de Água II – DINA II;
- Distrital Sul de Água – DISA;
- Seção de Lançamento de Redes – SCLA.

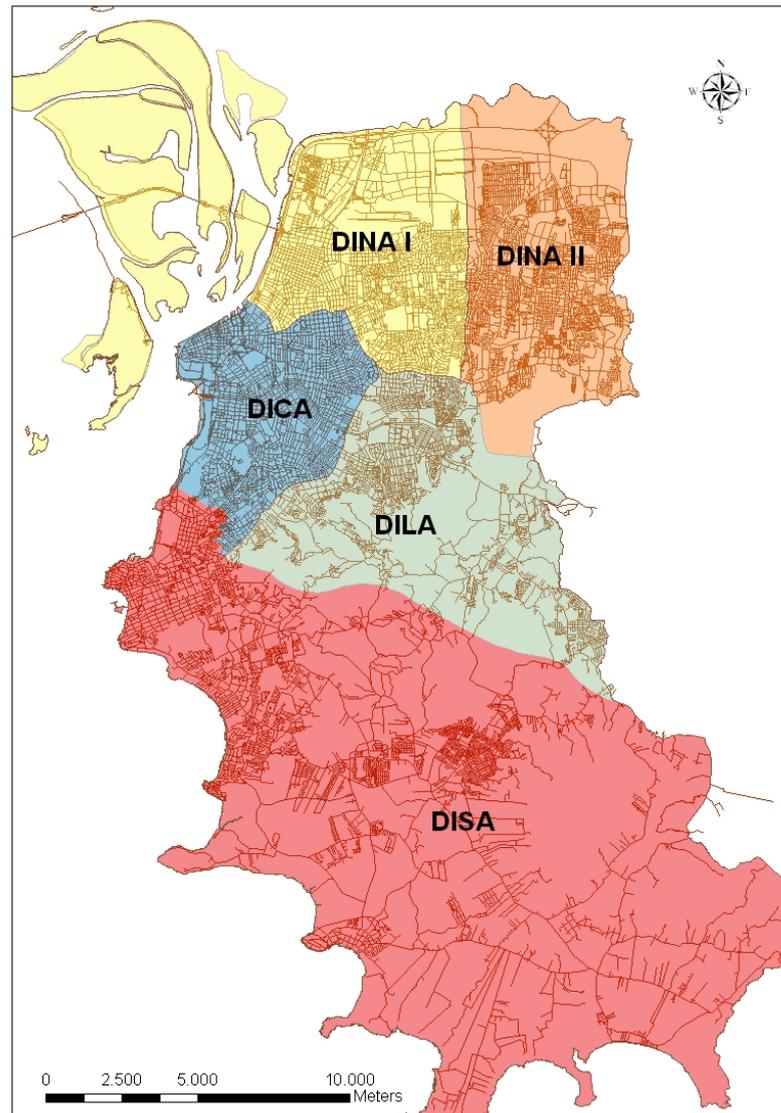


Figura 10 - Regiões de abrangência das Distritais de Água

As demandas de serviços de manutenção são oriundas, principalmente, de registros de ocorrências realizados pelos usuários via telefone 115 ou 156 através do SAC. Também são atendidas demandas internas de manutenções preventivas e corretivas e demandas de outros órgãos da PMPA.

No ano de 2010 foram realizados, conforme dados do SVC 64.653 atendimentos às fugas (vazamentos), faltas de água, ligações novas de água, revisão de hidrantes e outras solicitações de serviços, obtendo-se um indicador de 97% dos atendimentos em 24 horas, superando, portanto a meta para o período que era de 95%.

3 ÁREA DE ESTUDO

A área do estudo de caso escolhida foi a Vila Safira por configurar-se uma região cujas características são representativas dos sistemas de abastecimento de água.

A Vila Safira, mostrada na Figura 11, está localizada no Bairro Mário Quintana na Zona Norte de Porto Alegre e seu principal acesso se dá pela Avenida Protásio Alves.

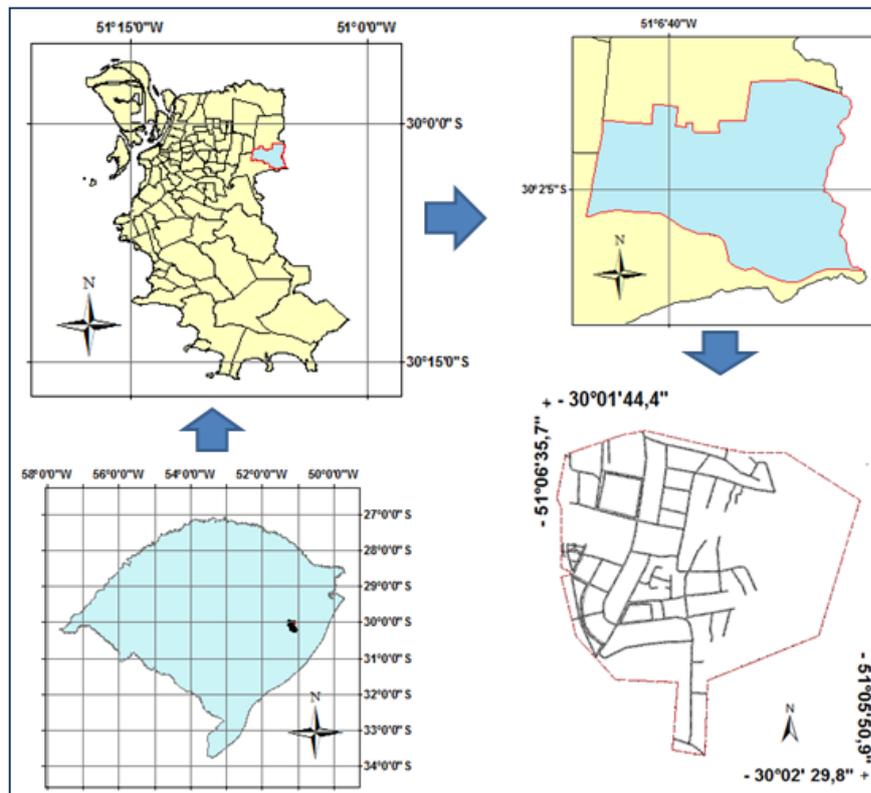


Figura 11 - Situação e localização da Vila Safira

O Bairro Mário Quintana foi criado pela Lei nº 8258, de 22 de dezembro de 1998, mas sua origem data de 1896 com a instalação de chácaras no local. A partir dos anos 80 foram transferidos para essa região os moradores de vilas próximas ao centro de Porto Alegre (Borges, Ipiranga e Harmonia) o que explica atualmente as condições de desigualdade social com a maioria de sua população sendo de origem humilde. O rendimento médio mensal dos responsáveis pelo domicílio em 2000 era de 2,45 salários mínimos.

Sua população, segundo Censo do IBGE/2000, era de 21.848 moradores, em uma área de 678 hectares, apresentando uma densidade populacional de 32 habitantes por hectares e 5.987 domicílios.

Um levantamento da micromedição da Vila Safira realizado em 2007 para implantação do Distrito Pitométrico apontou um total de 1234 economias sendo que dessa, 895 ligações de água com consumo.

A Vila Safira é considerada uma área de expansão urbana de Porto Alegre como demonstram as imagens do Google Earth de 2002 e 2009 das figuras 12 e 13, respectivamente:

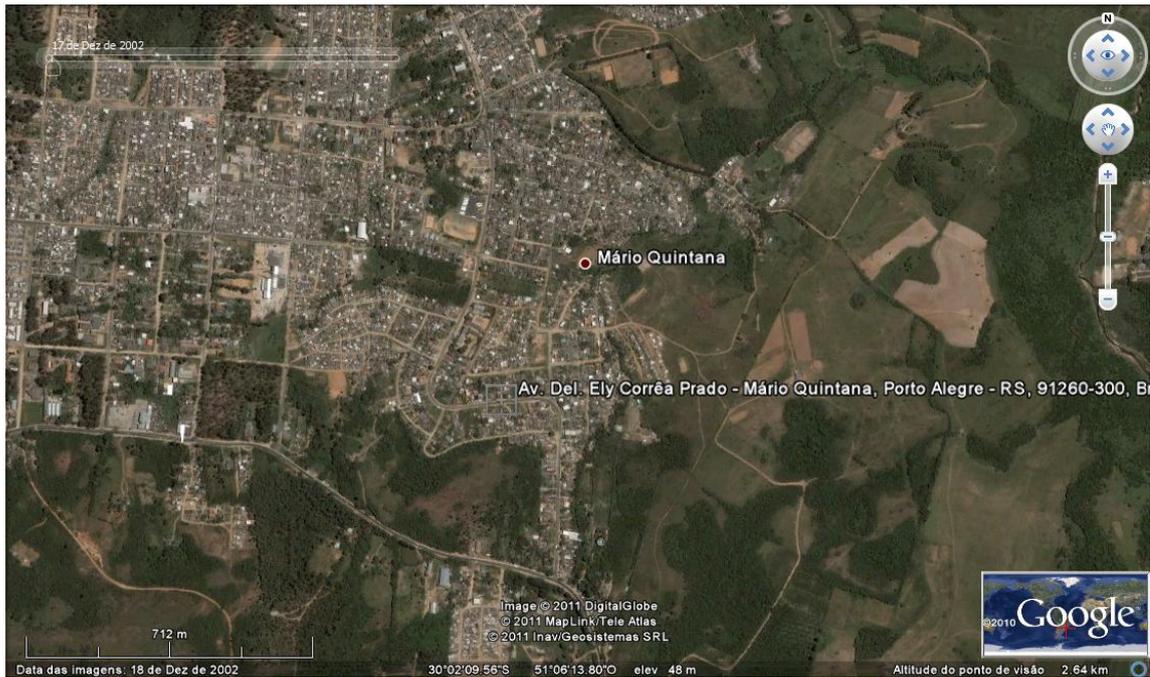


Figura 12 - Imagem da Vila Safira 2002. Fonte: Google Earth (2002)

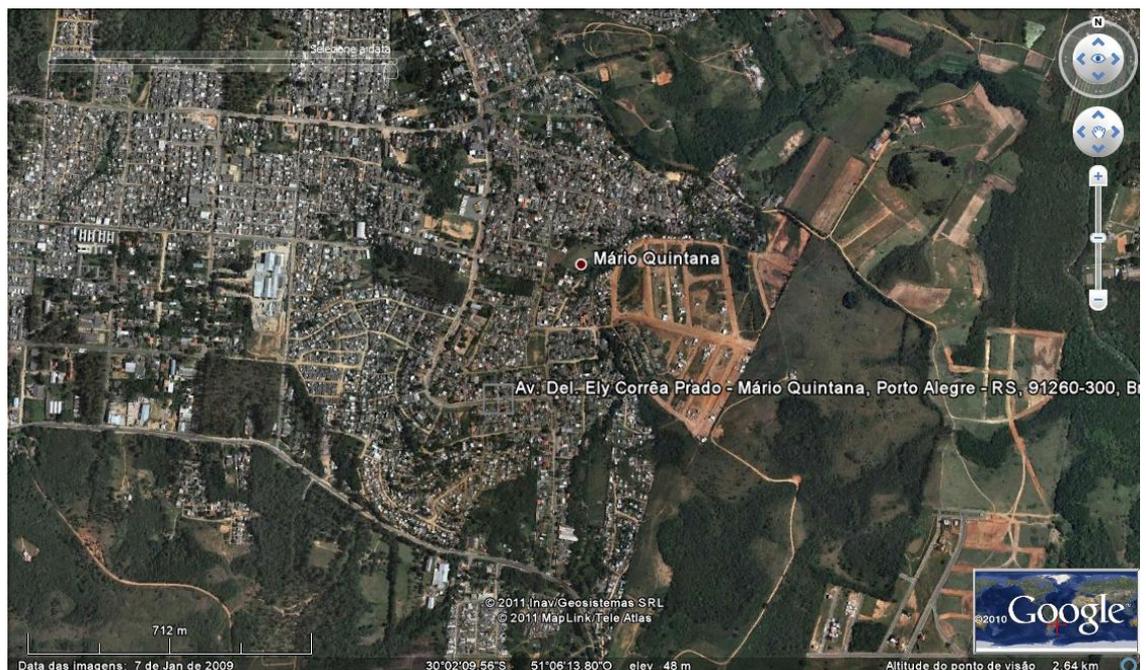


Figura 13 - Imagem da Vila Safira 2009. Fonte: Google Earth (2009)

O abastecimento de água do local é feito pela EBAT Manoel Elias II e pelo reservatório Manoel Elias III, pertencentes ao Setor 5 do Sistema São João que abastece 32% da população de Porto Alegre. A Figura 14 apresenta uma foto da ETA São João e a Figura 15, a localização do Sistema São João e do Setor 5.



Figura 14 - Estação de Tratamento de Água São João. Fonte: DMAE PDAE (2010)

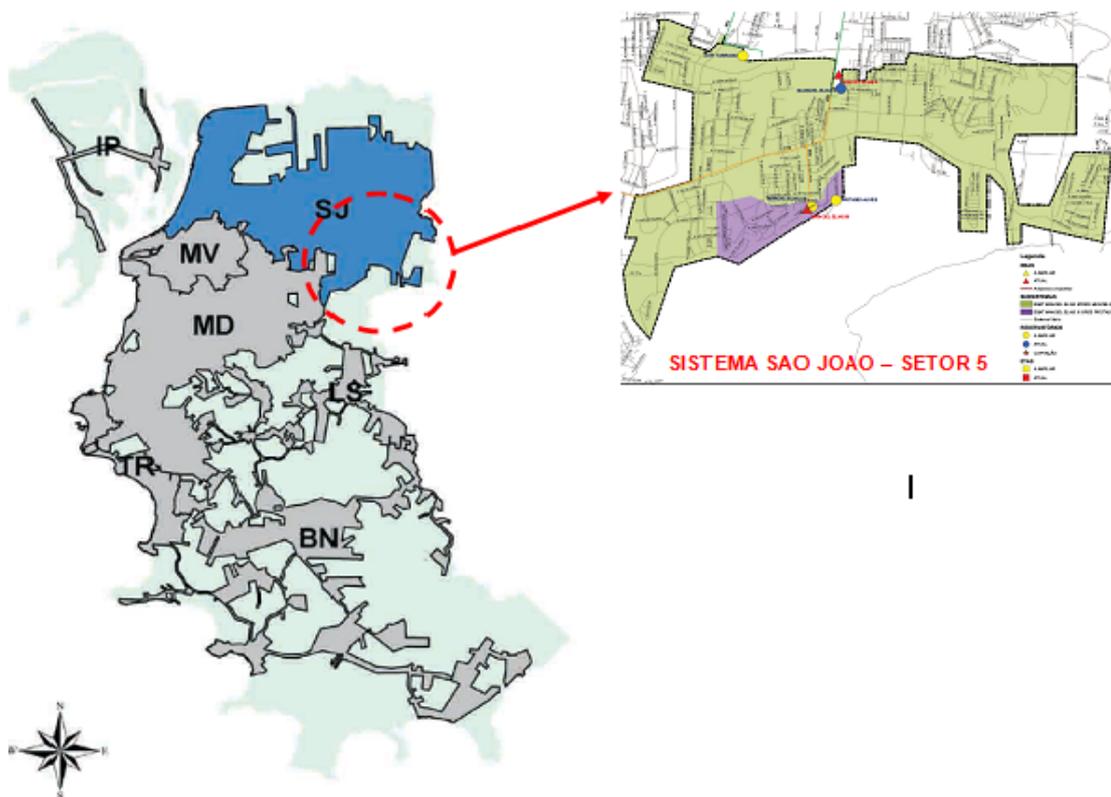


Figura 15 - Localização do Sistema São João e do Setor 5. Fonte: Adaptação DMAE PDAE (2010)

Os dados gerais do Sistema São João estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8: Dados do Sistema São João

Item	Valor
Área do Sistema (ha)	6.670
População abastecida (2007)	469.546
Domicílios (economias) abastecidos (2007)	190.794
Densidade média (hab/ha)	70,39
Dotação (hab/dom)	2,46
Produção Total Média Medida 2007 (l/s)	1602
Consumo Total Médio Medido 2007 (m³/mês ou l/s)	1132
Perdas (%)	29,34
<i>Per capita (l/hab.dia c/perdas)</i>	295

Fonte: DMAE PDAE (2010)

A rede adutora principal é de ferro fundido com diâmetro de 200 milímetros e, devido à pressão de abastecimento elevada na entrada da vila (aproximadamente 50 m.c.a, é limitada por uma válvula redutora de pressão localizada na Av. Delegado Ely Correa Prado esquina com Av. Protásio Alves, que, atualmente não está em funcionamento.

Para medir a vazão e pressão da zona de abastecimento há uma Estação Pitométrica (Código: DP-213-IR-A) instalada na adutora de entrada. Os dados de vazão calculados para a o setor da Vila Safira determinados estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9: Dados de abastecimento da Vila Safira

PERÍODO	VAZÃO MÉDIA DIÁRIA (l/s)	VOLUME MICROMEDIDO MÉDIO MENSAL (m³/mês)	VOLUME MACROMEDIDO MÉDIO MENSAL (m³/mês)	ÍNDICE DE PERDAS DA DISTRIBUIÇÃO (%)
Jun/2007	22,79	13.657	59.063	76,88
Dez/2007	11,15	9142	28.898	68,36
Maio/Junho 2011	35,46	Não informado	Não informado	Não informado

Fonte: Equipe de Pitometria

Segundo dados do SAC, no período de 1º de janeiro a 31 de maio de 2011 foram registradas 191 ocorrências atendidas pela DINA II, responsável pela manutenção da área, no setor de abastecimento da Vila Safira.

Os documentos utilizados para consulta do cadastro das redes de água são as plantas cadastrais na escala 1: 2.000 de referências 087 e 097 apresentados nas figuras 16 e 17.

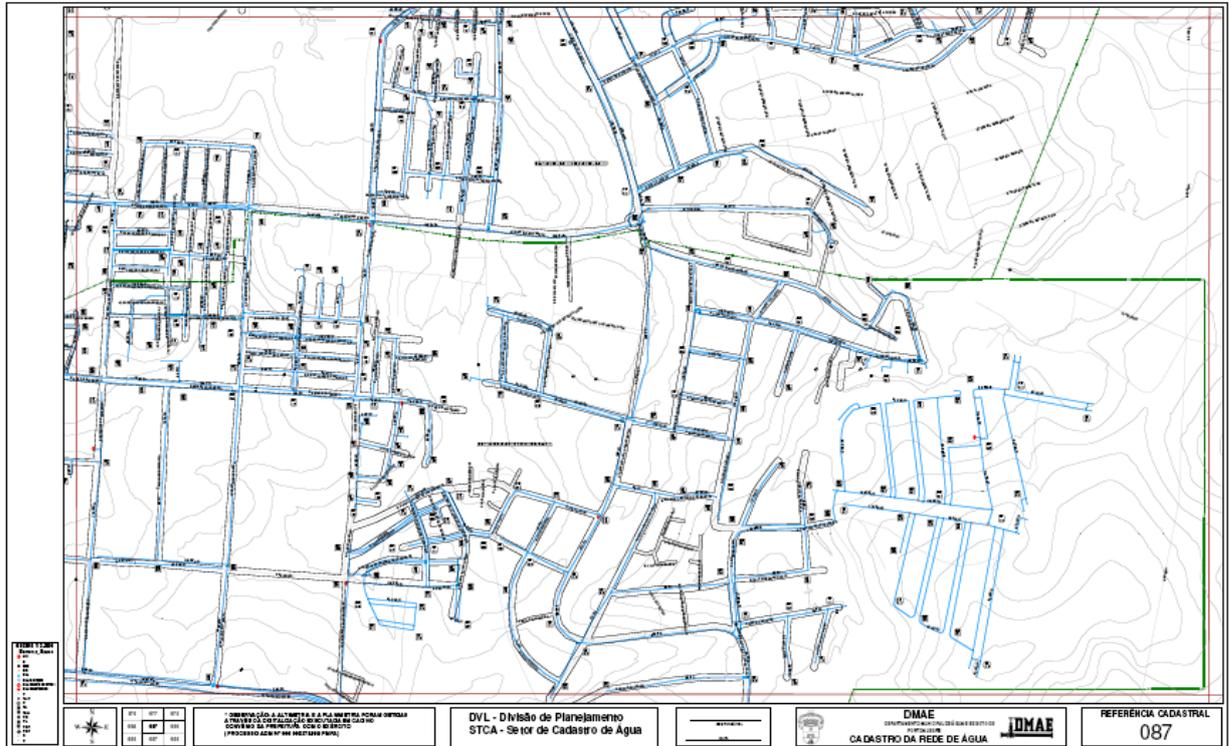


Figura 16 - Planta Cadastral 087. Fonte: GEOPMPA (2011)

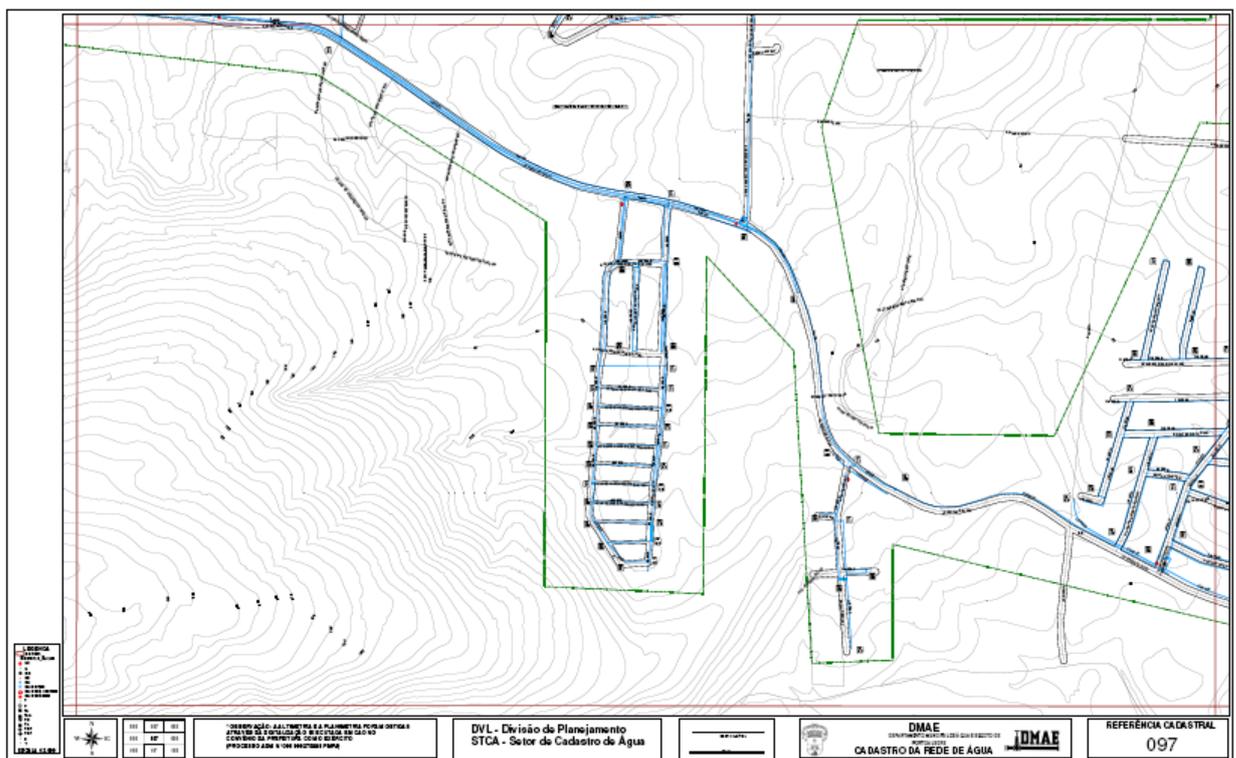


Figura 17 - Planta Cadastral 097. Fonte: GEOPMPA (2011)

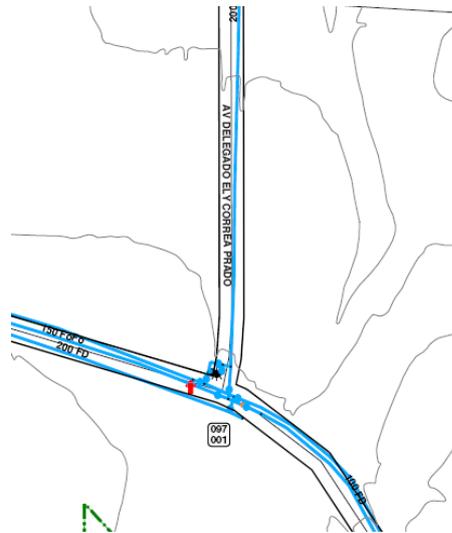


Figura 18 - Detalhe da adutora de entrada da Vila Safira. Fonte: GEOPMPA (2011)

Nas figura 18 e 19 estão apresentados detalhe da adutora de entrada da Vila Safira e um exemplo de nó contendo as informações da rede de abastecimento e suas peças constituintes.

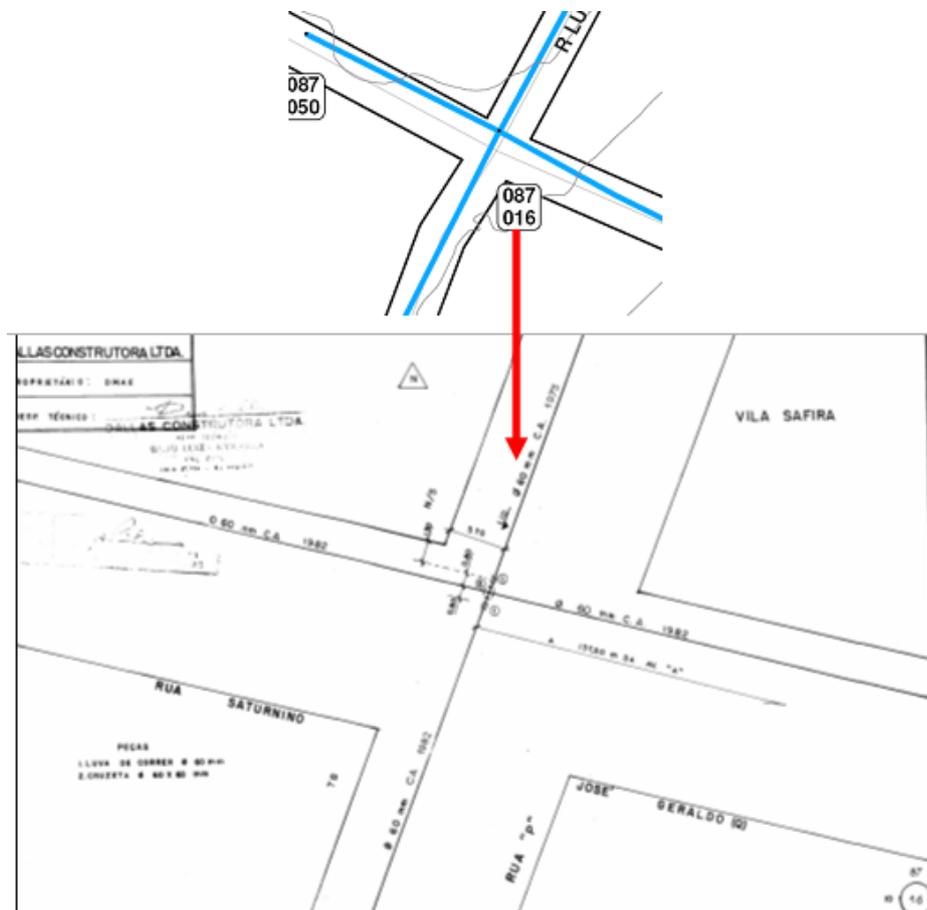


Figura 19 - Croqui do Nó 16 da Planta Cadastral 087. Fonte: GEOPMPA (2011)

A rede de distribuição possui as seguintes peças acessórias:

- **Tubulações e conexões (luvas, flanges, têis, cruzetas, etc):** destinadas a adução e distribuição de água sendo fabricadas em fibrocimento(FC), ferro dúctil(FD), ferro fundido(FF), cloreto de polivinila (PVC) e Polietileno de Alta Densidade (PEAD), compreendendo diâmetros de 50 a 200 milímetros, na área de estudo. A Figura 20 mostra uma foto de tubos de PEAD de diversos diâmetros



Figura 20 - Tubos de PEAD de diversos diâmetros. Fonte:<http://www.google.com.br/imgres> (2011)

- **Válvulas redutoras de pressão:** Se destinam ao controle automático para redução da pressão à montante a uma pressão constante à jusante independente das variações da taxa de vazão e pressão do sistema. Na Figura 21 está apresentada uma válvula de redução de pressão.

-



Figura 21 - Válvula redutora de pressão. Fonte: <http://www.cardinaltubos.com.br> (2011)

- **Válvulas e registros de manobra de rede:** destinam-se ao bloqueio do fluxo de água em redes de saneamento. Na Figura 22 está apresentada uma foto de um registro de gaveta.



Figura 22 - Válvula registro de gaveta. Fonte: <http://www.cardinaltubos.com.br> (2011)

- **Hidrantes:** Destinam-se ao suprimento de água para combate a incêndio e manobras de descarga de redes de abastecimento para lavagem e manutenções, sendo instalados em locais de fácil acesso e operação. A Figura 23 mostra um exemplo de hidrante de coluna.



Figura 23 - Hidrante de coluna. Fonte: <http://www.cardinaltubos.com.br> (2011)

- **Estação Pitométrica:** É a instalação composta de um válvula de incorporação de 1" de diâmetro livre (tap)(ver Figura 24) rosqueada na tubulação, e de um poço de visita executada num determinado ponto da tubulação com o objetivo de medir o seu diâmetro a velocidade do curso de água.



Figura 24: Tap 1 " . Fonte: <http://www.enops.com.br/site/index.php> (2011)

- Outras peças.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a execução do trabalho, inicialmente foram planejadas as etapas do projeto utilizando-se uma ferramenta de criatividade que representa esquemas mentais usando cores, imagens, símbolos, formas e texturas para mostrar a hierarquia e a relação entre as idéias (SIQUEIRA, 2011).

Foram estabelecidas as etapas principais e seus desdobramentos em atividades e, conforme foram surgindo as idéias e conexões, foi elaborado um esquema mental, empregando o software Edraw Mapmind, até serem contempladas todas as fases do projeto.

Na Figura 25 está apresentado o resultado do planejamento.



Figura 25 - Esquema mental com as fases do projeto

Dentre os objetivos gerais estabelecidos para este trabalho está o desenvolvimento de ferramentas e metodologias de geoprocessamento para auxiliar no cadastro e gerenciamento da manutenção de redes de distribuição de água do DMAE, e, de forma mais específica, ferramentas baseadas em SIG que atinjam os seguintes objetivos:

- Delimitação do setor de abastecimento e das zonas de abrangência das válvulas e registros;
- Criação de um banco de dados georreferenciado das redes de água;
- Elaboração de um banco de dados em SIG com algumas ferramentas para auxiliar na manutenção das redes de água.

A delimitação da zona de abastecimento foi realizada através da ação da equipe de campo do DMAE sobre as válvulas e registros efetivamente encontrados na área de estudo com a auxílio de uma equipe do Setor de Manobra e uma equipe da DINA II.

O procedimento consistiu na verificação do cadastro com a visita a cada registro da área de estudo verificando se o mesmo se encontrava no local, estava acessível e se era possível sua manobra.

Nos registros em que a manobra foi possível, verificou-se se o mesmo se encontrava aberto ou fechado e em que região da rede ele interrompia o fluxo do abastecimento.

Foram registrados todos os dados, foi feita a tomada de fotos dos locais e encaminhado para manutenção e demais providências aqueles registros que não estavam em perfeitas condições.

Concomitantemente, foi realizada a verificação da consistência das informações constantes no cadastro nos itens Registros e Hidrantes.

Os itens do cadastro que foram confirmados, e os itens não localizados, foram listados para posteriormente constarem em layers separados no SIG.

Os locais onde os itens foram localizados foram analisados para a escolha da metodologia mais adequada para seu georreferenciamento, atendendo aos requisitos de acurácia, rapidez e disponibilidade de recursos por parte do DMAE.

O banco de dados em SIG foi montado utilizando o ArcGIS versão 9.3, produzido pela empresa ESRI, já que este é um dos sistemas utilizados no DMAE, apresentando-se compatível com as informações obtidas do cadastro técnico, além de ter grande aceitação entre usuários de SIG.

Os dados fornecidos em arquivos no formato *shapefile*, nativo do ArcGIS, foram disponibilizados pelo DMAE sendo que vários destes arquivos foram gerados originalmente por outros departamentos ou Secretarias do município de Porto Alegre para, posteriormente, serem padronizados pela Empresa de Processamento de Dados de Porto Alegre (PROCEMPA), antes de serem entregues para distribuição aos demais órgãos do Município.

A seguir estão descritas os materiais e equipamentos utilizados neste trabalho e as atividades realizadas para obtenção dos objetivos propostos, com as etapas realizadas mostradas na Figura 26.



Figura 26 - Etapas para obtenção dos objetivos com o uso do SIG

4.1 Materiais e equipamentos

Para o desenvolvimento do presente projeto foram utilizados os seguintes materiais, equipamentos, hardwares e softwares:

- Um par de receptores GPS topográficos com tripés e antenas externas L1 e demais acessórios, cedidos pelo Setor de Levantamentos da Divisão de Planejamento do DMAE com patrimônios 45937 e 45722;
- Dois notebooks;
- Uma máquina fotográfica digital 8.0 megapixel;
- Software ESRI ArcGIS- ArcMap com licença ArcInfo 9.3 com extensões *Spatial Analyst*, e *Network Analyst*;
- Software Ashtech Solution.

4.2 Estrutura de dados e fontes de informação

Foram pesquisados documentos pertinentes bem como a base cartográfica junto ao DMAE e órgãos da prefeitura a fim de constituir uma base de dados para auxílio do trabalho.

O Sistema de Projeção da base cartográfica é Gauss-Krüger cujas características já foram descritas na revisão teórica deste trabalho.

A base espacial do sistema de abastecimento de água atual foi produzida através da Carta Convite 003.080311.03.2 cujo objetivo era a digitalização e compatibilização do cadastro da adução e distribuição de água do DMAE.

Os fluxos do processo de digitalização e compatibilização estão representados na figuras 27, 28 e 29.

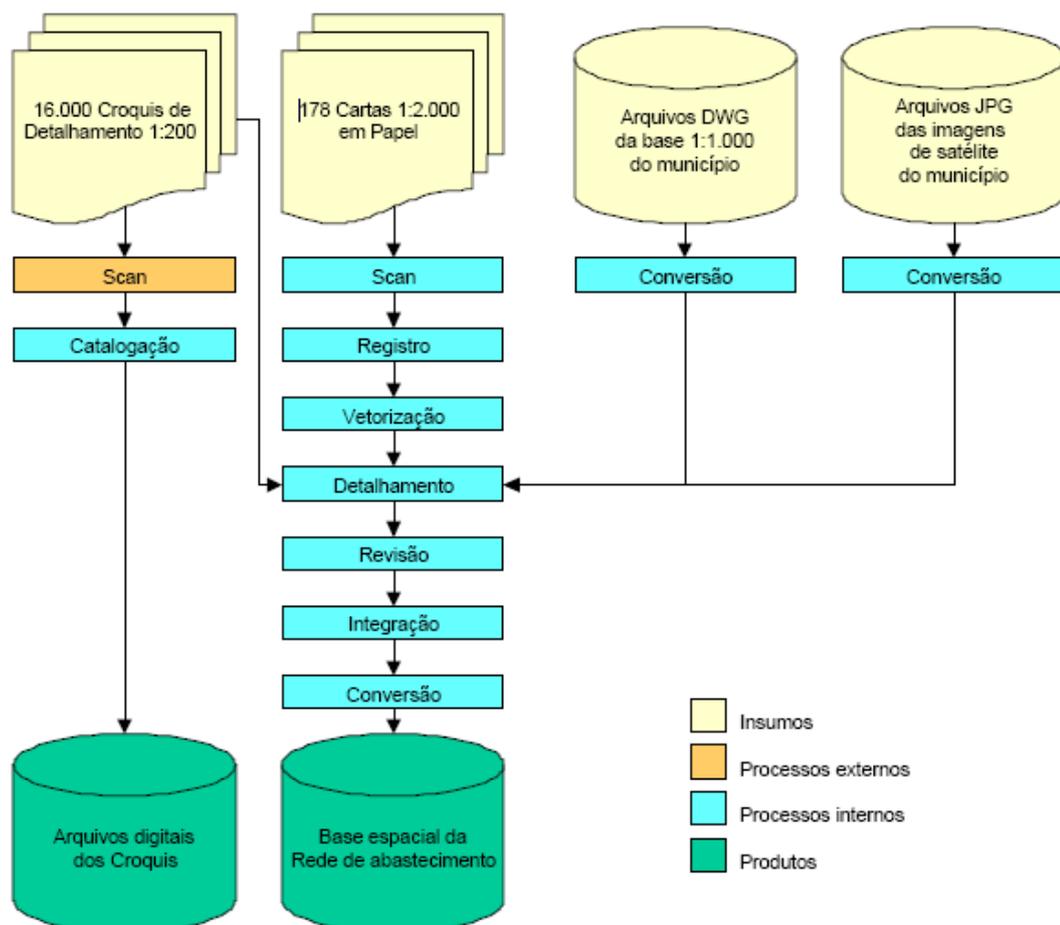


Figura 27 - Fluxo de digitalização e compatibilização da adução e distribuição de água do DMAE.

Fonte: Logit Mercosul Consultoria (2004)

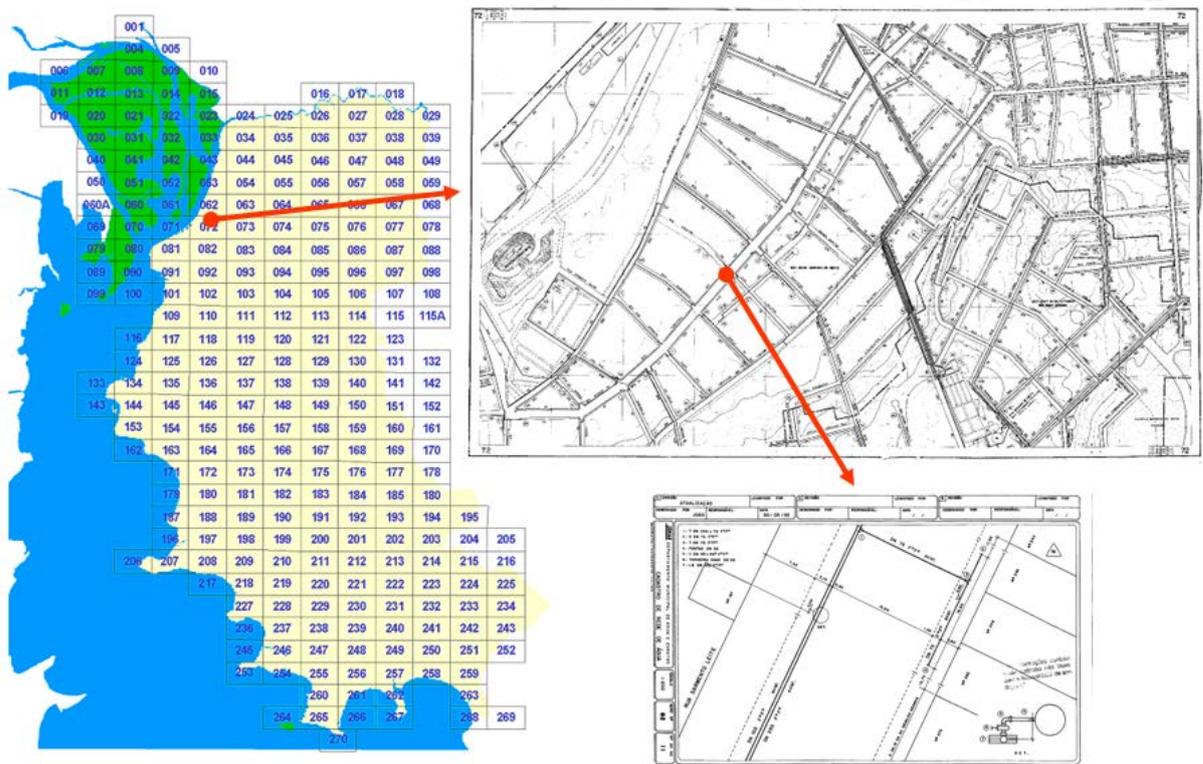


Figura 28 - Exemplo de planta cadastral em papel escala 1:2000 e croqui escala 1:200 digitalizados.

Fonte: Logit Mercosul Consultoria (2004)



Figura 29 - Exemplo de planta digital da base 1:1000 e imagem de satélite usados para compatibilização da rede de adução e distribuição de água. Fonte: Logit Mercosul Consultoria (2004)

No DMAE, a unidade responsável pela produção, manutenção e atualização do cadastro de água é o Setor de Cadastro de Água da Divisão de Planejamento (STCA/L). O STCA/L recebe as informações de cadastro a serem implantadas e/ou atualizadas do Setor de Cadastro de Água (STCA/A) da DVA e da Divisão de Obras (DVO), conforme fluxo da figura 30, e realiza as alterações necessárias nas plantas, croquis e banco de dados.

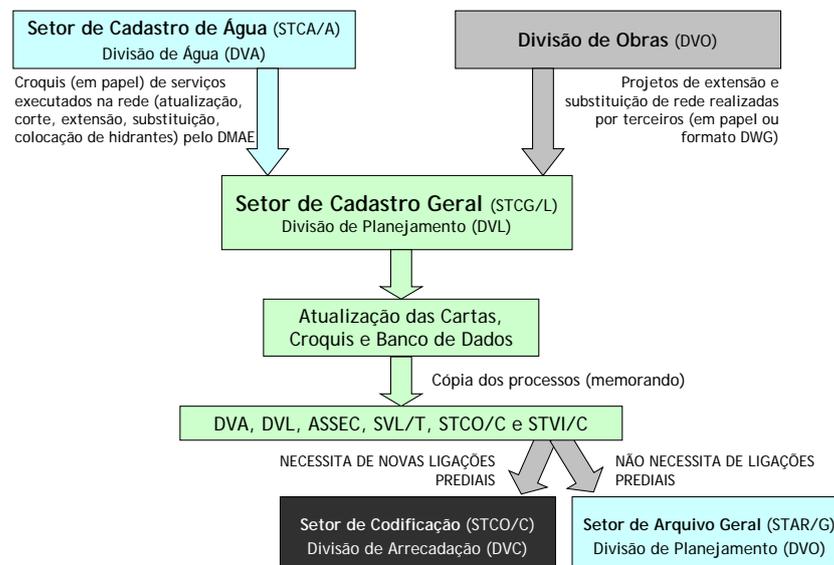


Figura 30 - Fluxo das alterações e atualização do cadastro das redes adutoras e distribuidoras de água do DMAE. Fonte: Logit Mercosul Consultoria (2004)

As informações atualizadas são fornecidas para o banco de dados GEOPMPA para consulta via intranet das áreas de planejamento, projeto, obras e manutenção de redes. Além disso, são fornecidas cópias em papel para as unidades que as solicitam.

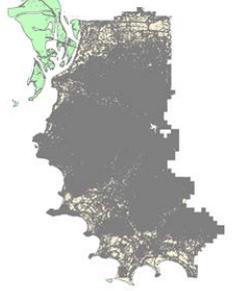
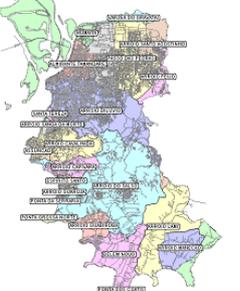
O órgão responsável pela manutenção das bases digitais de eixos de logradouros é a Companhia de Processamento de Dados de Porto Alegre (PROCEMPA) que disponibiliza a atualizações periodicamente via intranet para os demais órgãos da prefeitura.

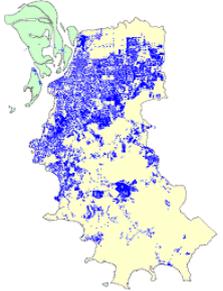
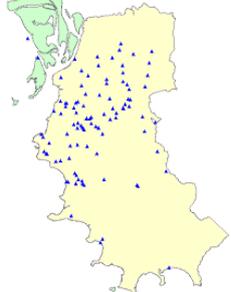
As atualizações da base cartográfica dos eixos dos logradouros são fornecidas pela PROCEMPA em formato SHP. Os logradouros são formados por segmentos de logradouros representados por linhas limitadas por dois cruzamentos ou final de rua. O DMAE através do STCA/L possui o software Maptitude no qual importa os shapes de logradouros da PROCEMPA.

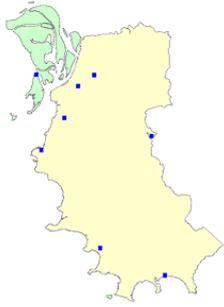
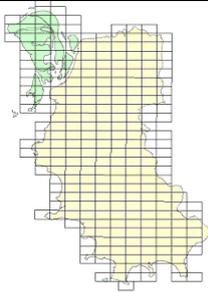
As atualizações dos cadastros de redes de água na escala 1:2000 são realizadas no próprio Maptitude e, após, convertidas para shapefile e PDF. As atualizações dos croquis na escala 1:200 são vetorizados no AutoCAD e salvos nos formatos DWG e PNG. Após, ambos são disponibilizados na rede GEOPMPA ou impressos quando solicitado.

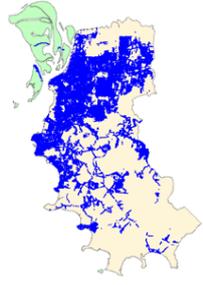
A seguir estão descritos os documentos pesquisados da base cartográfica.

Tabela 10 - Arquivos formato shapefile

ARQUIVOS GIS – FORMATO SHAPEFILE				
ARQUIVO	ESCALA	DESCRIÇÃO	ATUALIZAÇÃO	VISÃO GERAL
Adutoras	Compatível com 1:1000	Representa a localização da rede de adutoras de água bruta e de água tratada do sistema de adução e distribuição de água de Porto Alegre.	Mensal	
Altimetria	Compatível com 1:1000	Representa o conjunto de elementos que compõe a altimetria de Porto Alegre, e que foi construído a partir da conversão e unificação, em uma mesma camada, de todas as cartas 1:1.000 vetorizadas em CAD pela 1º DL - 1º Divisão de Levantamento do Exército Brasileiro através do convênio com Secretaria de Planejamento Municipal (SPM)	1982	
Bacias hidrográficas	Compatível com 1:1000	Representa os polígonos das áreas das bacias hidrográficas de Porto Alegre	2005	
Captação – ETAS	Compatível com 1:1000	Representa a localização dos pontos de captação de água bruta das Estações de Tratamento de Água do sistema de adução e distribuição de água de Porto Alegre.	2005	

ARQUIVOS GIS – FORMATO SHAPEFILE				
ARQUIVO	ESCALA	DESCRIÇÃO	ATUALIZAÇÃO	VISÃO GERAL
Croquis – Água	Compatível com 1:1000	Representa a referência espacial do acervo de aproximadamente 17.300 croquis graficados em tamanho A4, na escala 1:200 e sem precisão geométrica, nos quais constam informações detalhadas de todas tubulações e elementos que compõe a rede do sistema de adução e distribuição de água	Semanal	
Curvas mestras	Compatível com 1:1000	Representa o conjunto de curvas de nível principais, com cotas de 5 em 5 metros, que compõe a altimetria de Porto Alegre, e que foi construído a partir da conversão e unificação, em uma mesma camada, de todas as cartas 1:1.000 vetorizadas em CAD pela 1ª Divisão de Levantamento do Exército Brasileiro através do convênio com a - Secretaria de Planejamento Municipal (SPM)	1982	
EBAs	Compatível com 1:1000	Representa a referência espacial, em forma de centróides, das Estações de Bombeamento de Água (EBAs) bruta e tratada do sistema de adução e distribuição	Eventual, conforme necessidade	
EBAs Poly	Compatível com 1:1000	Representa a referência espacial, em forma de polígonos, das áreas que compõem respectivamente a estrutura física de cada EBA bruta ou tratada do sistema de adução e distribuição de água	Eventual, conforme necessidade	

ARQUIVOS GIS – FORMATO SHAPEFILE				
ARQUIVO	ESCALA	DESCRIÇÃO	ATUALIZAÇÃO	VISÃO GERAL
ETAs	Compatível com 1:1000	Representa a referência espacial, em forma de centróides, das ETAs do sistema de adução e distribuição de água	Eventual, conforme necessidade	
ETAs Poly	Compatível com 1:1000	Representa a referência espacial, em forma de polígonos, das áreas que compõem respectivamente a estrutura física de cada Estação de Tratamento de Água (ETA) do sistema de adução e distribuição de água	Eventual, conforme necessidade	
Hidrantes	Compatível com 1:1000	Representa a localização dos hidrantes de coluna e subterrâneos do sistema de adução e distribuição de água de Porto Alegre.	Mensal	
Mosaico 2000		Representa a malha da divisão de cartas 1:2.000 do Aerolevantamento de 1956. Utilizadas como índice e referência espacial das cartas esquemáticas do cadastro de água do sistema de adução e distribuição de água de Porto Alegre.	2005	

ARQUIVOS GIS – FORMATO SHAPEFILE				
ARQUIVO	ESCALA	DESCRIÇÃO	ATUALIZAÇÃO	VISÃO GERAL
Planimetria		Representa o conjunto de elementos que compõe a planimetria de Porto Alegre, e que foi construído a partir da conversão e unificação, em uma mesma camada, de todas as cartas 1:1.000 vetorizadas em CAD pela 1° DL - 1° Divisão de Levantamento do Exército Brasileiro através do convênio com a SPM	1982	Não tem
Ramais 2005	Compatível com 1:1000	Representa a referência espacial, da localização das ligações de ramais de água cadastradas no Sistema Comercial de Água (SCA) do DMAE, referentes ao ano de 2005, que puderam ser obtidas pelo método de geocodificação a partir do eixo de logradouros	2005	
Ramais PDA	Compatível com 1:15.000	Representa a referência espacial, da localização das ligações de ramais de água cadastradas no Sistema Comercial de Água (SCA) do DMAE, referentes ao ano de 2003, que foram adotadas no PDA - Plano Diretor de Água	2003	Não tem
Rede de água	Compatível com 1:1000	Representa a localização da rede de adução e distribuição de água, composta por todas as tubulações ("arcos"), e demais elementos de rede ("nós"), tais como conexões, registros, hidrantes, redutores, etc. Os "arcos" e "nós", quando utilizados em conjunto, compõem uma estrutura de topologia de rede, e permitem simulações.	Semanal	Não tem
Rede morta	Compatível com 1:1000	Representa a localização da rede morta de adução e distribuição de água, composta por todas as tubulações ("arcos"), e demais elementos de rede ("nós"), existentes em 2004, quando se digitalizou a rede de água.	2004	Não tem

ARQUIVOS GIS – FORMATO SHAPEFILE				
ARQUIVO	ESCALA	DESCRIÇÃO	ATUALIZAÇÃO	VISÃO GERAL
Regiões DVA	Compatível com 1:1000	Representa os polígonos das áreas de abrangência das 5 distritais de operação e manutenção da rede de água do DMAE.	2005	
Reservatórios	Compatível com 1:1000	Representa a referência espacial, em forma de centróides, dos reservatórios de água tratada do sistema de adução e distribuição de água		
Reservatórios Poly	Compatível com 1:1000	Representa a referência espacial, em forma de polígonos, das áreas que compõem respectivamente a estrutura física de cada reservatório de água tratada do sistema de adução e distribuição de água		
Sistemas de água	Compatível com 1:1000	Representa a referência espacial, em forma de polígonos complexos, das áreas de abastecimento de cada ETA, que compõe o sistema de adução e distribuição de água de Porto Alegre.	Quinzenal	

ARQUIVOS GIS – FORMATO SHAPEFILE				
ARQUIVO	ESCALA	DESCRIÇÃO	ATUALIZAÇÃO	VISÃO GERAL
Sub água	Compatível com 1:1000	Representa a referência espacial, em forma de polígonos complexos, das respectivas áreas de abastecimento de cada subsistema de nível de bombeamento, os quais estão vinculados a uma determinada ETA, e compõe a subdivisão do sistema de adução e distribuição de água de Porto Alegre.	Quinzenal	
Lotes	Compatível com 1:1000	Representa os lotes cadastrados na Secretaria da Fazenda Municipal	Eventual, conforme necessidade	Não tem
Eixos	Compatível com 1:1000	Representa os eixos dos logradouros construído a partir da conversão e unificação, em uma mesma camada, de todas as cartas 1:1.000 vetorizadas em CAD pela 1º DL - 1º Divisão de Levantamento do Exército Brasileiro através do convênio com a SPM	Eventual, conforme necessidade	Não tem

Fonte: GEOPMPA (2011)

Tabela 11 – Arquivos formato PNG

ARQUIVOS RASTER – FORMATO PNG				
ARQUIVO	ESCALA	DESCRIÇÃO	ATUALIZAÇÃO	VISÃO GERAL
Croqui água	1:200	Croquis do cadastro da rede de água do DMAE, no formato PNG, disponíveis para download e consulta de informações detalhadas da rede de adução e distribuição de água da cidade de Porto Alegre.	Diária	

Fonte: GEOPMPA (2011)

Tabela 12 – Arquivos formato DWG

ARQUIVOS CAD – FORMATO DWG				
ARQUIVO	ESCALA	DESCRIÇÃO	ATUALIZAÇÃO	VISÃO GERAL
Croqui água	1:200	<p>Croquis do cadastro da rede de água do DMAE, no formato DWG, disponíveis para download e consulta de informações detalhadas da rede de adução e distribuição de água de Porto Alegre.</p> <p>Os arquivos estão organizados em diretórios, cujo número corresponde a articulação (mosaico) 1:2.000.</p> <p>Observação: O repositório completo de todos os croquis 1:200 está disponível somente em imagem <i>raster</i>, no formato PNG.</p>	Diária	

Fonte: GEOPMPA (2011)

4.3 Avaliação da rede geodésica municipal e informações cadastrais

Quanto à referência geodésica, conforme descrito no item 2.2, existe uma rede de referência planialtimétrica, implantada em 1981 pela PMPA e METROPLAN, materializada em cerca de 2500 pinos metálicos, ao longo de vias públicas, cujas coordenadas estão referidas ao CCGB.

Foi pesquisada a localização dos pinos existentes, próximos à área de interesse junto aos órgãos competentes a fim de auxiliar nos levantamentos e foram identificados os seguintes pinos e referências de nível, conforma Tabela 13:

Tabela 13 – Geopinos da Rede de Referência Plani-altimétrica do Bairro Mário Quintana

Numero Pino	Abscissa-Gauss	Ordenada-Gauss
5598	189639,349	1676483,308
5597	189478,645	1676498,817
5596	189276,024	1676506,802
5595	189059,272	1676536,744
5594	189054,796	1676307,487
5593	189039,823	1676204,641
5592	188911,841	1676222,599
5591	188801,337	1676221,318
5588	189610,219	1676874,712
5587	189702,826	1676703,481
5586	189760,561	1676502,536
5585	189766,463	1676338,65
5584	189737,774	1676149,115
5583	189723,048	1676078,815
5582	189642,949	1675906,706
5581	189605,796	1675821,737
5580	189666,552	1675764,874
5579	189874,368	1675790,121
5578	189943,118	1675746,195

Fonte: SPM 2011)

Os pontos em condições de serem levantados foram os Geopinos 5583 e 5584, localizados na Av. Delegado Ely Correa Prado entre as ruas Algemiro Antônio dos Santos e Marques Rebelo, conforme localização na Figura.



Figura 31 - Mapa com a localização dos Geopinos da Vila Safira. Fonte: SPM (2011)

Esses pontos foram medidos no dia 28 de abril de 2011 pelo Convênio UFRGS - PMPA para Mapeamento de Porto Alegre (Transformação de Coordenadas) e os valores das coordenadas obtidas estão apresentados nos resultados.

A fim de verificar e atualizar a base cadastral existente e assegurar que o comportamento do modelo do SIG fosse representativo da realidade do sistema de abastecimento do local, foram obtidos todos os croquis contendo os detalhes das plantas cadastrais 087 e 097 que compõem o cadastro de água da Vila Safira, conforme o modelo apresentado na Figura 32:

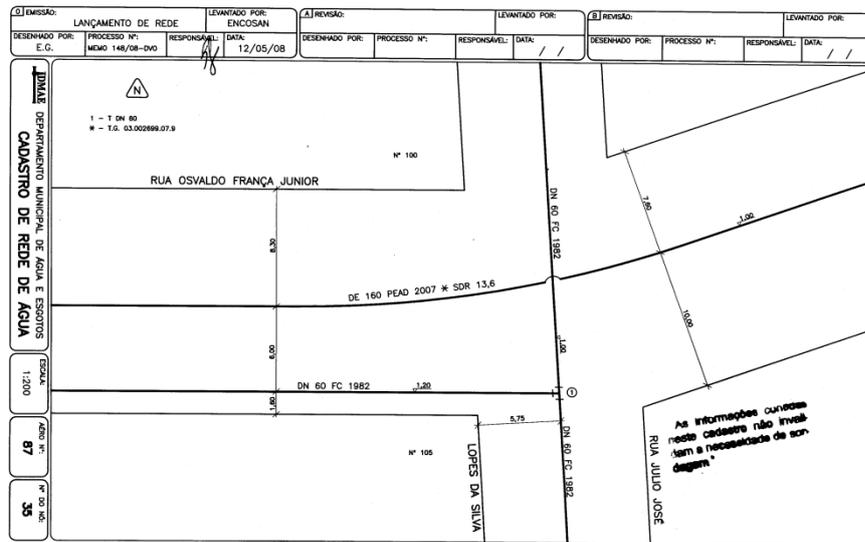


Figura 32 - Croqui 87/35. Fonte: GEOPMPA (2011)

Em seguida foi elaborada uma planilha Excel (Tabela 14) contendo todos os endereços dos croquis e um *hiperlink* para o arquivo PNG e foi feita a seleção daqueles que continham dados a serem verificados e levantados em campo, tais como registros, válvulas, estações pitométricas, hidrantes, etc., conforme Figura 33.

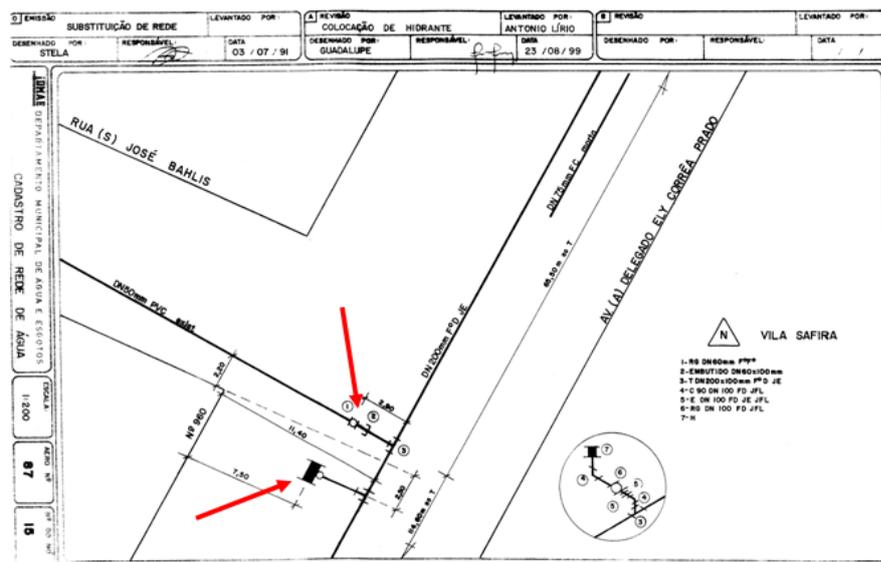


Figura 33 - Croqui 87/15. Fonte GEOPMPA (2011)

Tabela 14 - Relação dos nós da rede de abastecimento da Vila Safira

TABELA COM A RELAÇÃO DE NÓS DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA VILA SAFIRA							
ITEM	PLANTA	NÓ	LOCALIZAÇÃO	HIDRANTES	REGISTROS	VRP	EP
1	97	1	AV . PROTÁSIO ALVES X DEL. ELY CORREA PRADO	1	11	1	1
2	87	8	BC FUMAÇA X AV. MARTIM FELIX BERTA		6		
3	87	9	RUA ALGEMIRO NUNES DA COSTA X RUA ADOLFO ANELE				
4	87	10	RUA LUIZ ANTÔNIO MACHADO FIORAVANTE X RUA ADOLFO ANELE				
5	87	11	LUIZ ANTÔNIO MACHADO FIORAVANTE X RUA REGINA DE ARAÚJO ROCHA				
6	87	12	RUA ALGEMIRO NUNES DA COSTA X RUA REGINA DE ARAÚJO ROCHA				
7	87	13	BC FUMAÇA X RUA MARQUES REBELO		3		
8	87	14	RUA JOSÉ BAHLIS X RUA LUIZ SIBEMBERG				
9	87	15	RUA JOSÉ BAHLIS X AV. DEL. ELY CORREA PRADO	1	2		
10	87	16	RUA SATURNINO JOSÉ GERALDO X RUA LUIZ SIBEMBERG				
11	87	17	RUA LUIZ SIBEMBERG				
12	87	18	PSG VILA SAFIRA X AV. DEL ELY CORREA PRADO				
13	87	19	RUA PROF. ADIL MULLER QUITES X RUA IRMÃO ÂNGELO MENEGAT				
14	87	20	RUA PROF. ADIL MULLER QUITES X RUA MARQUES REBELO		1		
15	87	21	RUA JORGE DE LORENZI X RUA IRMÃO ÂNGELO MENEGAT				
16	87	22	RUA JORGE DE LORENZI X RUA MARQUES RABELO				
17	87	23	RUA JORGE DE LORENZI				
18	87	24	BECO SEM NOME X RUA ALBERTO GÁLIA				
19	87	28	RUA MISSIONEIROS X RUA ALBERTO GÁLIA				
20	87	32	RUA ORIGENES LESSA X RUA JUSTINO MARTINS		2	1	
21	87	33	RUA CEL. PM HERMANO WOLF X RUA ORIGENES LESSA		1		
22	87	34	RUA CEL. PM HERMANO WOLF X RUA JULIO JOSÉ LOPES DA SILVA				
23	87	35	RUA JULIO JOSE LOPES DA SILVA X RUA OSVALDO FRANÇA JUNIOR				
24	87	36	RUA OSVALDO FRANÇA JUNIOR X RUA ORIGENES LESSA				
25	87	37	RUA JUSTINO MARTINS X RUA BASTOS TIGRE				
26	87	38	RUA JUSTINO MARTINS X RUA 4 VILA SAFIRA				
27	87	39	RUA BASTOS TIGRE				
28	87	40	BC FUMAÇA X RUA MOÇAMBIQUE		1		
29	87	41	RUA MOÇAMBIQUE (ENTRE PROF. ADIL M. QUITES E JORGE DE LORENZI)				
30	87	42	AV. DEL. ELY CORREA PRADO X RUA HEITOR SALDANHA		1		
31	87	43	RUA HEITOR SALDANHA				
32	87	45	RUA LUIZ SIBEMBERG X RUA NILSON DOS SANTOS COSTA				
33	87	46	AV. DEL. ELY CORREA PRADO X AV. NILSON DOS SANTOS COSTA		2		
34	87	48	RUA NILSON DOS SANTOS COSTA X RUA CEL. PM HERMANO WOLF				
35	87	50	RUA SATURNINO JOSÉ GERALDO				
36	87	52	AV. DEL. ELY CORREA PRADO X RUA SATURNINO JOSÉ GERALDO		1		
37	87	53	RUA ALGEMIRO ANTONIO DOS SANTOS				
38	87	54	RUA NILSON DOS SANTOS COSTA X RUA ALGEMIRO ANTONIO DOS SANTOS				
39	87	55	AV. DEL. ELY CORREA PRADO X RUA ALGEMIRO ANTONIO DOS SANTOS		1		
40	87	57	RUA JORGE DE LORENZI X RUA ALBERTO GÁLIA				
41	87	58	RUA JORGE DE LORENZI X RUA SEBERI				
42	87	59	BECO SEM NOME X RUA ALBERTO GÁLIA				
43	87	60	RUA MISSIONEIROS(FINAL)		1		
44	87	61	RUA MOÇAMBIQUE X RUA ALBERTO GÁLIA				
45	87	62	RUA JORGE DE LORENZI X RUA MOÇAMBIQUE				
46	87	63	RUA PROF. ADIL MULLER QUITES X RUA SEBERI				
47	87	64	BECO UM MOÇAMBIQUE (FINAL)				
48	87	65	RUA MOÇAMBIQUE(CURVA)				
49	87	66	BECO UM MOÇAMBIQUE X RUA MOÇAMBIQUE				
50	87	67	RUA PROF. ADIL MULLER QUITES X RUA ALBERTO GÁLIA		1		
51	87	68	RUA PROF. ADIL MULLER QUITES X RUA MOÇAMBIQUE				
52	87	70	RUA JÚLIO JOSÉ LOPES DA SILVA				
53	87	71	RUA JOSÉ BAHLIS X BECO 3 VILA SAFIRA				
54	87	72	RUA R VILA SAFIRA X RUA SATURNINO JOSÉ GERALDO				
55	87	86	RUA ORIGENES LESSA X RUA OSVALDO FRANÇA JUNIOR				
56	87	129	RUA REGINA DE ARAÚJO ROCHA (FINAL)				
57	87	145	RUA 4 VILA SAFIRA				
58	87	156	RUA ORIGENES LESSA				
59	87	157	BECO DOIS MOÇAMBIQUE X RUA MOÇAMBIQUE				
60	87	164	RUA JORGE DE LORENZI X RUA ALGEMIRO ANTONIO DOS SANTOS				
61	87	204	RUA MARQUES REBELO(ENTRE BC DA FUMAÇA E PROF. ADIL MULLER QUITES)				
62	87	228	RUA OSVALDO FRANÇA JUNIOR				
63	87	229	LOT. ALZIRA ROSA				
64	87	230	LOT. ALZIRA ROSA				
65	87	231	LOT. ALZIRA ROSA		1		
66	87	232	LOT. ALZIRA ROSA				
67	87	233	LOT. ALZIRA ROSA		1		
68	87	234	LOT. ALZIRA ROSA				
69	87	235	LOT. ALZIRA ROSA	1	1		
70	87	236	LOT. ALZIRA ROSA				
71	87	237	LOT. ALZIRA ROSA				
72	87	238	LOT. ALZIRA ROSA				
73	87	239	LOT. ALZIRA ROSA				
74	87	240	LOT. ALZIRA ROSA				
75	87	241	LOT. ALZIRA ROSA				
76	87	242	LOT. ALZIRA ROSA				
77	87	243	LOT. ALZIRA ROSA				
78	87	244	LOT. ALZIRA ROSA				
79	87	245	LOT. ALZIRA ROSA				
80	87	246	LOT. ALZIRA ROSA				
81	87	247	LOT. ALZIRA ROSA				
82	87	248	LOT. ALZIRA ROSA				
83	87	249	LOT. ALZIRA ROSA				
84	87	250	LOT. ALZIRA ROSA				
85	87	251	LOT. ALZIRA ROSA				
86	87	252	LOT. ALZIRA ROSA				
TOTAL				3	37	2	1

Realizou-se então a verificação das informações constantes nas plantas cadastrais 087 e 097 na escala 1:2.000 com os croquis escala 1:200 e se efetuaram as alterações necessárias na base de dados.

Para conferência do cadastro foram realizadas as seguintes atividades em campo:

- Realização de medições de pressão e manobras nos registros para verificação dos limites do setor de abastecimento e zonas de abrangência dos registros em conjunto com uma equipe do Setor de Manobras de Registros da Divisão de Água (STMR/A);
- Visitas a todos os pontos de interesse visíveis (registros, válvulas, estações pitométricas e hidrantes localizados conforme itens hachurados da Tabela 14) com o acompanhamento e orientação da Equipe 9 da DINA II, responsável pelas manutenções das redes no local;
- Observação e registro de todas as diferenças encontradas entre o cadastro e a realidade em campo.

A seguir estão apresentadas nas figuras 34 à 44 as fotos dos locais verificados em campo.



Figura 34 - Foto da Av. Del. Ely Correa Prado x Av. Protásio Alves



Figura 35 - Foto da Rua Heitor Saldanha x Av. Del. Ely Correa Prado



Figura 36 - Foto da Rua Nilson dos Santos Costa x Av. Del. Ely Correa Prado (1)



Figura 37- Foto da Rua Nilson dos Santos Costa x Av. Del. Ely Correa Prado (2)



Figura 38 - Foto da Rua José Bahlis x Av. Del. Ely Correa Prado (1)



Figura 39 - Foto da Rua José Bahlis x Av. Del. Ely Correa Prado (2)



Figura 40 - Foto da Rua Algemiro Antonio dos Santos x Av. Del. Ely Correa Prado



Figura 41 - Foto da Rua Regina de Araújo Rocha x Av. Del. Ely Correa Prado



Figura 42 - Foto da Rua Marques Rebelo x Av. Del. Ely Correa Prado



Figura 43 - Foto da Rua Justino Martins x Av. Del. Ely Correa Prado



Figura 44 - Foto da Rua Justino Martins x Rua Orígenes Lessa

Essa etapa de identificação dos elementos cadastrais foi muito importante, pois, para interromper um determinado vazamento de água em um trecho da rede e promover o seu reparo, a companhia de abastecimento deve rapidamente identificar a menor quantidade possível de registros a serem fechados, evitando que a manobra atinja uma quantidade maior de usuários do que o estritamente necessário, bem como perder tempo no fechamento de registros desnecessários. Para a realização destas manobras as companhias, na maioria das vezes, contam com a experiência de funcionários antigos nos setores de operação e manutenção, que geralmente acabam descobrindo na prática o que fazer e como operar. Tais funcionários são conhecedores empíricos das redes e das suas peculiaridades. Desta forma, o setor operacional das companhias cria uma dependência destes funcionários e a tomada de decisão fica, portanto, apoiada no empirismo e na improvisação. (BARROS et al.,2004).

4.4 Definição dos requerimentos de acuracidade

Inicialmente foi pesquisada junto às Normas Brasileiras, à Legislação da PMPA e do DMAE e junto a outras empresas de saneamento, qual a acurácia necessária para o cadastro de água.

Segundo a NBR 12211/1992 – Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água:

“5.1.2.1 Os elementos cartográficos devem apresentar precisão e detalhamento suficientes para que, na comparação de concepções, se evitem erros que possam levar a preferir a solução mais vantajosa em benefício de outra qualquer.”

No DMAE segundo a NS022 do DMAE: todas as medidas deverão ser fornecidas em metros e com precisão de centímetros, ou seja, não define um valor específico para exatidão.

Junto às demais empresas e concessionárias de saneamento também não houve resultado para pesquisa quanto à acurácia requerida.

Portanto, em nenhum dos casos chegou-se a uma informação que apresentasse um valor de referência confiável.

Segundo Ourique,⁹⁷: “No que se referem às redes, as informações devem ter precisão suficiente para que os serviços de manutenção, remanejamento e ampliação sejam executados nos menores tempos possíveis e de forma a causarem o mínimo transtorno aos usuários”.

Foram identificadas duas possibilidades:

- Definir uma acuracidade com base nas **necessidades dos usuários**;
- Definir uma acuracidade com base na **escala de mapeamento**.

4.4.1 Definição da acuracidade com base nas necessidades dos usuários

Para definição da acuracidade procurou-se identificar as necessidades dos usuários do cadastro de água. Para tanto foi utilizada a metodologia do *Brainstorming* ou “tempestade de idéias” que é uma ferramenta para geração de novas idéias, conceitos e soluções para qualquer assunto ou tópico num ambiente livre de críticas e de restrições à imaginação (SIQUEIRA, 2010).

Foram entrevistadas 25 (vinte e cinco) pessoas entre os dias 04 e 14/04/11. A escolha dos entrevistados foi feita procurando pelo menos uma amostra representativa dos setores do DMAE que de alguma forma utilizam o cadastro de água e estudantes de

Engenharia Cartográfica. As entrevistas foram feitas de forma individual ou com duas ou mais pessoas, sendo que algumas foram feitas via telefone e a maioria feita pessoalmente.

Do DMAE, foram realizadas entrevistas com:

- 2 (dois) chefes das Distritais de Conservação de Água;
- Chefe do Serviço de Conservação;
- Diretor da Divisão de Água;
- Chefe do Setor de Manobra de Registros;
- 2 (dois) engenheiros do Setor de Apoio Técnico da Divisão de Água;
- Chefe da Equipe de Projetos I da Divisão de Planejamento;
- Chefe do Cadastro de Água;
- Chefe da Equipe de Topografia da Divisão de Planejamento;
- 6 (seis) responsáveis pela programação dos serviços de manutenção de

redes de água;

- 3 (três) mestres de equipes de manutenção de redes;
- Instalador Hidrossanitário do Setor de Manobra de Registros;
- Engenheiro cartógrafo da Divisão de Planejamento;
- 2 (duas) engenheiras da Fiscalização de Obras da Divisão de Obras.

Da UFRGS foram entrevistados 2 (dois) estudantes do curso de Engenharia Cartográfica.

Foi apresentado a cada participante o tema:

"Que critérios você acha importante levar em consideração na definição da precisão necessária para o cadastro da rede de distribuição de água? Você poderia definir um valor para precisão da rede de água?"

Foi permitido que cada pessoa falasse sobre o tema livremente e, à medida que as idéias foram surgindo, foram anotadas exatamente como foram expressas até que todos os participantes esgotassem suas manifestações.

4.4.2 Definição da precisão com base no padrão de exatidão cartográfica

As Instruções Reguladoras de Normas Técnicas da Cartografia Nacional foram estabelecidas pelo Decreto nº 89.817 e segundo o artigo 8º do mencionado Decreto, a classificação das cartas quanto à sua exatidão deve obedecer ao Padrão de Exatidão Cartográfico (PEC):

“1- Noventa por cento dos pontos bem definidos numa carta, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro superior ao Padrão de Exatidão Cartográfica - Planimétrico estabelecido.

2- Noventa por cento dos pontos isolados de altitude, obtidos por interpolação de curvas de nível, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro superior ao Padrão de Exatidão Cartográfica - Altimétrico estabelecido.”

O PEC indica a estatística de dispersão, relativa a 90% de probabilidade que define a exatidão de trabalhos cartográficos. A probabilidade de 90% corresponde a 1,6449 vezes o Erro-Padrão (PEC = 1,6449 * EP), sendo que o Erro-Padrão isolado num trabalho cartográfico, não ultrapassará 60,8% do PEC.

Consideram-se equivalentes as expressões Erro-Padrão, Desvio Padrão e Erro Médio Quadrático.

No artigo 9º do mesmo decreto está estabelecido que as cartas são classificadas, segundo sua exatidão, nas classes A,B e C, considerando os seguintes critérios conforme Tabela 15:

Tabela 15 - Padrões de Exatidão Cartográfica

ESCALA	CLASS E	PEC				ERRO-PADRÃO			
		Planimétrico		Altimétrico		Planimétrico		Altimétrico	
		Carta (mm)	Terreno (m)	Carta (fração da eqd)	Terreno (m)	Carta (mm)	Terreno (m)	Carta (fração da eqd)	Terreno (m)
1:10.000	A	0,5	5	1/2	2,5	0,3	3	1/3	1,5
	B	0,8	8	3/5	3,0	0,5	5	2/5	1,8
	C	1,0	10	3/4	3,75	0,6	6	1/2	2,3
1:2.000	A	0,5	1	1/2	0,5	0,3	0,6	1/3	0,3
	B	0,8	1,6	3/5	0,6	0,5	1,0	2/5	0,4
	C	1,0	2	3/4	0,75	0,6	1,2	1/2	0,5

Fonte: PEC Decreto n.º 89.817

Fonte: Decreto Lei Nº 89.817/1984

Quanto às redes de água, a escala recomendada pela NBR 12211 é de 1:5.000 à 1:2.000 para localização das unidades e das partes acessórias do sistema de abastecimento:

“5.1. 5 A escala dos elementos cartográficos deve:

- a) ser suficiente para permitir a análise e comparação das soluções possíveis;
- b) possibilitar a apresentação dos estudos de forma que resultem perfeitamente caracterizados todos os elementos definidores de cada uma das soluções.

No DMAE a escala utilizada para as plantas cadastrais do sistema de abastecimento de água é de 1:2000, portanto, de acordo o PEC, o erro planimétrico para essa escala é de 0,5 mm na carta, equivalendo a 1 metro no terreno, para ser considerada Classe A .

4.5 Definição do perfil dos usuários do cadastro

Foi realizada pesquisa para definição dos usuários atuais do cadastro de rede de água e dos usuários potenciais para o SIG no DMAE. Para isso foi feita consulta ao Organograma do departamento (Figura 45) e ao Manual de Gestão onde foram identificados os usuários, através dos escopos e processos do SGD, conforme Tabela 16.

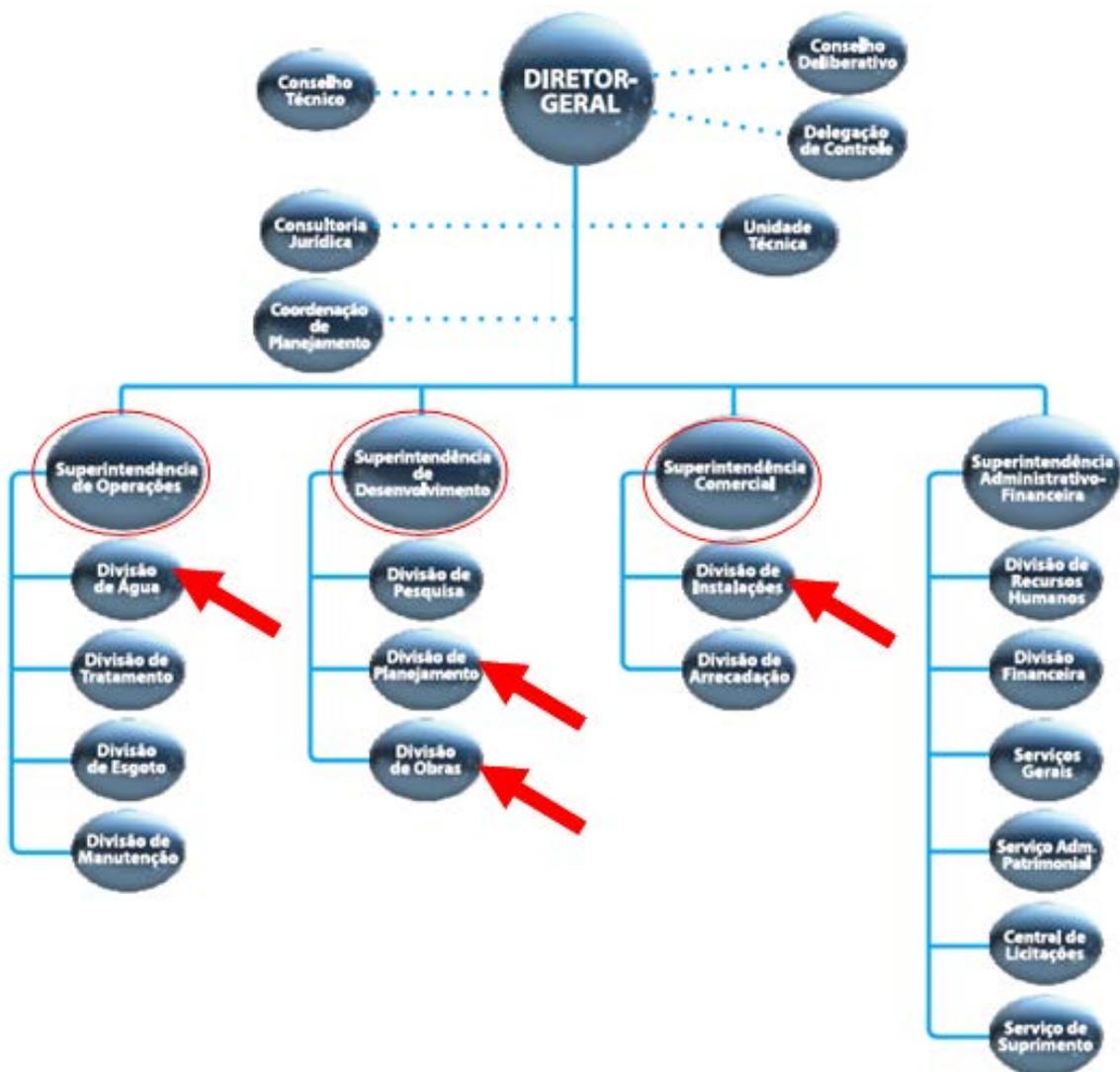


Figura 45 - Organograma do DMAE. Fonte: DMAE -Relatório de Responsabilidade Social (2008)

Tabela 16: Escopos, processos e ações envolvidas com o cadastro de água

ESCOPO	PROCESSOS	AÇÕES
DESENVOLVIMENTO E EXPANSÃO Superintendência de Desenvolvimento (SD) – Divisão de Planejamento(DVL) e Divisão de Obras (DVO)	Projetos de Sistema de Água	Levantamento cadastral Levantamento topográfico e sondagens
	Projetos de ampliação das redes de água	Lançamento de rede Entroncamento com a rede existente Cadastro da obra
	Substituições das redes de água	Lançamento de rede Entroncamento com a rede existente Corte da rede antiga Cadastro da obra
	Ampliações da infraestrutura por Terceiros	Execução de projetos Execução da obra Entroncamento com a rede existente Cadastro da obra
OPERAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA Superintendência de Operação (SO) – Divisão de Água (DVA)	Distribuição de Água	Programação e divulgação de manobras (intervenções planejadas) Realização de manobras
	Manutenção de redes de água	Programação de serviços Revisão de hidrantes Execução do serviço de manutenção Pesquisa de vazamentos e investigações diversas Atualização do cadastro de redes
COMERCIALIZAÇÃO Superintendência Comercial (SC) – Divisão de Instalações	Ligação de Água	Vistoria Execução da ligação

Fonte: Manual de Gestão do DMAE (2010)

Também foram definidos os níveis de interferência dos usuários no cadastro e no SIG:

- **Consulta:** usuários aos quais utilizam apenas consulta;

- **Proposição de alteração:** usuários que elaboram projetos, executam e fiscalizam obras no sistema de abastecimento, realizam manutenção e alterações das redes de água
- **Manutenção e atualização:** Setor de Cadastro de Água;

4.6 Levantamento geodésico dos pontos de interesse

Após a vistoria do cadastro em campo, foram identificados 15 pontos possíveis de serem levantados em campo (Figura 46) para posterior georreferenciamento, a saber:

- 1(um) hidrante;
- 2 (duas) válvulas redutoras de pressão;
- 1 (uma) estação pitométrica;
- 11 (onze) registros de manobra.

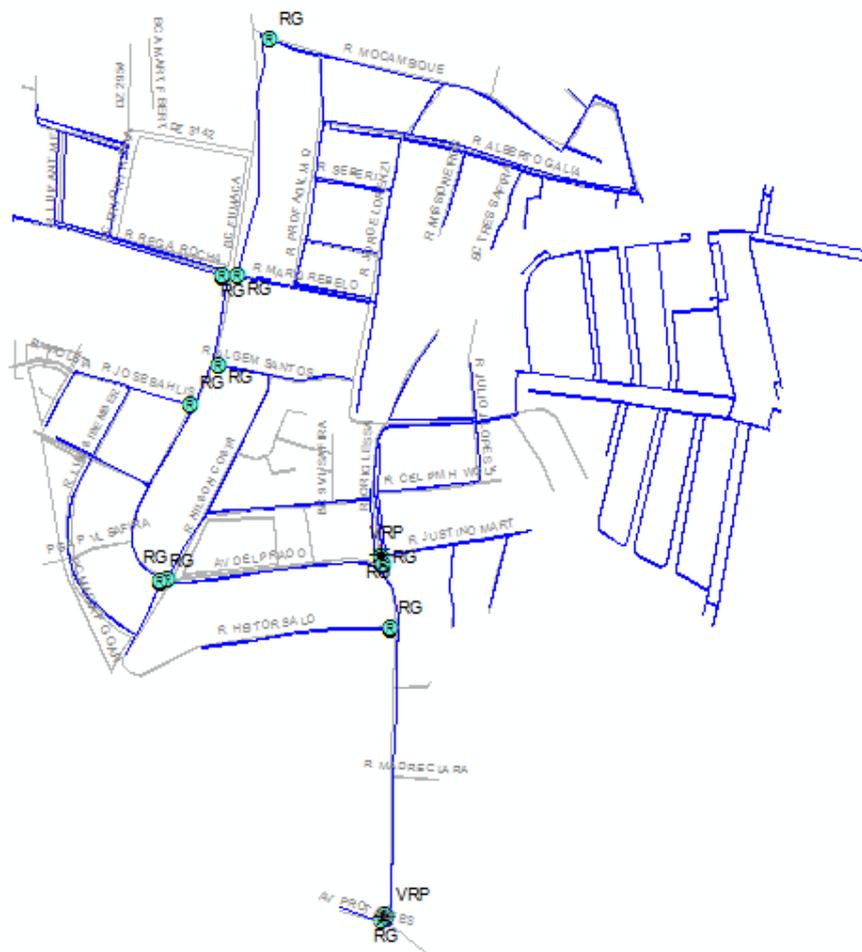


Figura 46 - Localização dos pontos levantados

Os pontos cadastráveis da rede de abastecimento de água do DMAE na região do estudo, e suas respectivas coordenadas, farão parte do banco de dados do SIG, um dos produtos cartográficos finais do projeto.

Embora o DMAE tenha comprado dois receptores GPS topográfico (L1) a mais de dez anos (Figura 47), eles não são utilizados em seus levantamentos, o método utilizado até hoje é unicamente a Topografia clássica utilizando Estações Totais e Níveis Eletrônicos.



Figura 47 - Receptor Astech PROMARK II

O GPS tem sido muito utilizado nos levantamentos para fins topográficos, pois oferece uma série de vantagens em relação aos métodos convencionais usados em Topografia. Estas vantagens estão relacionadas à eficiência na coleta e automação dos dados, à dispensa de intervisibilidade entre os pontos, ao transporte simultâneo de coordenadas tridimensionais (x, y e z), e a possibilidade do seu uso em sob as mais variadas condições atmosféricas.

De posse da listagem com os 15 pontos de rede com localização confirmada, foi realizada uma vistoria nestes locais com o objetivo de confirmar a viabilidade do georreferenciamento através de levantamento com receptores GPS.

O critério utilizado na análise dos pontos foi grau de obstrução que o ponto poderia ter em relação à constelação de satélites. Foi criada uma escala de três níveis, sendo classificados com grau “1” os locais que tivessem obstrução na área da visada de até 10%, grau “2” para os que tivessem obstrução na área da visada entre 11% até 30% e grau “3” os pontos com mais de 30% de obstrução.

Para atender ao que foi levantado na pesquisa interna com os usuários das informações cartográficas do DMAE, onde ficou estabelecido que a acurácia planimétrica

das coordenadas dos itens de rede deve ser de no mínimo 50 cm. De forma a termos margem adequada, definiu-se que o método de levantamento deverá fornecer coordenadas com precisão melhor que 3 vezes a tolerância definida pelos usuários.

“Na análise da qualidade posicional cartográfica, este erro máximo admitido assume a função de tolerância posicional, como sendo de 3 (três) vezes o erro padrão planimétrico, para um nível de aceitação de 99,7% (ROCHA, 2002).

Foi decidido que os levantamentos na área de estudos poderiam ser executados com receptores GPS topográficos (L1), utilizando-se o método do Posicionamento Relativo Estático com a estação POAL da RBMC, como ilustrado na figura 52, localizada no Campus Agronomia da UFRGS distante 5 Km do centro da área de estudo, como estação de referência para o pós-processamento dos vetores (também chamada de linha de base), pois com este comprimento, e rastreamento de 20 minutos, é possível, como mostrado na revisão teórica, se atingir a qualidade posicional necessária.

Por questões de produtividade decidiu-se usar os dois equipamentos para o levantamento e usar somente o pós-processamento dos dados referenciados a estação POAL, sendo que os dados da estação, necessários para o pós-processamento, para as datas dos levantamentos na área de estudos, foram obtidos no site do IBGE.

Tendo em vista as diferentes situações de obstrução de sinal e multicaminhamento que podem ocorrer nos pontos que devem ser levantados, foi decidido que os receptores ficariam estacionados o dobro do tempo mínimo recomendado, isto é, 40 minutos. Caso algum ponto apresente resultados inadequados mesmo com este tempo (algo só verificável após a etapa de pós-processamento) foi decidido que a coleta seria novamente realizada em outra ocasião, mas agora com o tempo de 60 minutos para estes locais.

Também foi definido que se ocorresse, durante a coleta PDOP (Dilution Of Precision – diluição da precisão 3D) entre 4,5 e 6, indicando geometria inadequada dos satélites, o tempo utilizado seria de 60 minutos.

Para o pós-processamento dos vetores foi utilizado o software disponibilizado pelo fabricante do receptor GPS, Astech Solutions Versão 2.60.

O banco de dados georreferenciado será montado através da inserção das coordenadas em WGS84 das feições – elementos de rede tipo pontual - na respectiva tabela de atributos. Estas coordenadas não serão aplicadas ao SIG, já que atualmente a base cartográfica dos *shapefiles* encontra-se com projeção Gauss-Krüger com o *Datum* Carta Geral.

Para avaliação do processo de levantamento, foram levantados, com a mesma metodologia, dois pinos da rede de referência planimétrica do município na região do estudo, os quais haviam sido levantados recentemente com receptor GPS L1/L2 pelo convênio PMPA X UFRGS. As coordenadas destes dois pontos foram obtidas por meio do

ajustamento de dois vetores independentes, um da estação RBMC de Porto Alegre (POAL) e outro de Santa Maria (SMAR).

Durante os levantamentos foram tomadas as fotos (conforme as figuras 48 à 59) das medições de cada ponto de interesse:



Figura 48 - Foto da Av. Del. Ely Correa Prado x Av. Protásio Alves (1)



Figura 49 - Foto da Av. Del. Ely Correa Prado x Av. Protásio Alves (2)



Figura 50 - Foto da Rua Nilson dos Santos Costa x Av. Del Ely Correa Prado (1)



Figura 51 - Foto da Rua Nilson dos Santos Costa x Av. Del Ely Correa Prado (2)



Figura 52 - Foto da Rua Heitor Saldanha x Av. Del Ely Correa Prado



Figura 53 - Foto da Rua José Bahlis x Av. Del Ely Correa Prado



Figura 54 - Foto da Rua Algemiro Antonio dos Santos x Av. Del Ely Correa Prado



Figura 55 - Foto da Rua Regina de Araújo Rocha x Av. Del Ely Correa Prado



Figura 56 - Foto da Rua Marques Rebelo x Av. Del Ely Correa Prado



Figura 57 - Foto da Rua Justino Martins x Av. Del Ely Correa Prado



Figura 58 - Foto da Rua Justino Martins x Rua Orígenes Lessa



Figura 59 - Foto da Rua Moçambique x Av. Del. Ely Correa Prado

4.7 Desenvolvimento do banco de dados em SIG

Neste trabalho foi utilizada a Base Cartográfica da Prefeitura Municipal de Porto Alegre (PMPA) e dados da rede GEOPMPA do próprio DMAE. Estes produtos, cartas, arquivos digitais no formato *Computer Aided Design* (CAD) com extensões DWG e DXF e arquivos digitais do SIG no formato *shapefile*, com extensões SHP, são resultantes de levantamentos topográficos realizados segundo o Sistema Cartográfico Municipal (SCM) de Porto Alegre, os quais foram realizados na projeção Gauss-Krüger, padrão do SCM, utilizando o *Datum* do Observatório Carta Geral.

Todo este material, assim como os demais gerados pelos levantamentos realizados em campo, fazem parte do banco de dados em SIG, após o tratamento e adequação dos mesmos.

4.7.1 Preparação dos shapefiles

Os arquivos disponibilizados pelo DMAE trazendo informações sobre sua rede de distribuição de água, assim como de outras informações de cunho geográfico de todo o município de Porto Alegre, estavam em formato *shapefile*, padrão do ArcGIS, somando cerca de 150MB, os quais carregados na interface do ArcMap, módulo do ArcGIS, tornavam as operações de edição muito lentas, além de apresentarem travamentos ocasionais na operação do software. Como forma de tornar o trabalho mais rápido e seguro, optou-se por trabalhar somente com os dados da área de estudo, a região da Vila Safira no bairro Mario Quintana. Isto acarretou uma manipulação com um volume de dados muito menor. O processo de exclusão dos dados que não eram pertencentes à região do trabalho deixou o sistema mais rápido, e sem os travamentos que ao longo do trabalho poderiam corromper e inutilizar os arquivos utilizados, reduzindo a ocupação de memória utilizada pelo hardware ao operar com o programa ArcGIS.

A primeira operação realizada foi carregar no ArcMap o *shapefile* de polígonos contendo as regiões dos setores do DMAE que trabalham somente com distribuição de água no município, o arquivo SETORES_AGUA.shp.

Em modo de edição foi realizada uma consulta na tabela de atributos do *shapefile*, selecionando-se a feição nomeada “Vila Safira”, através do uso da expressão adequada em linguagem SQL.

Após a feição estar selecionada, e utilizando a função “Exportação de Dados de Feições Selecionadas”, esta foi salva em um novo *shapefile*, o qual continha apenas a feição “Vila Safira” com sua respectiva tabela de atributos.

No próximo passo foi carregado o *shapefile* de polilinhas chamado ARCOS.shp, o qual traz toda a rede de tubulações que fazem a distribuição de água do município. A sobreposição do polígono delimitador da Vila Safira sobre o *shapefile* ARCOS mostrou que havia uma informação incorreta, o polígono não era suficientemente grande para abranger toda a rede de abastecimento conhecida da região de estudo, um setor da rede ficaria faltante se o processo fosse executado.

Foi necessário editar o *shapefile* de polígonos Vila_Safira para que este abrangesse toda a rede da região (Figura 60). Após ser salvo com o mesmo nome usado anteriormente, o polígono foi utilizado como máscara de seleção para o *shapefile* de logradouros e de arcos.

Do *shapefile* original de logradouros de Porto Alegre, EIXOS10_2010.shp, que continha originalmente 31570 registros para cidade inteira, com a seleção somente da área de estudos foi reduzido para 130 registros em 49 logradouros. Utilizando a função Exportação de Dados de Feições Seleccionadas, foi formado o *shapefile* Eixos_Safira.

Mantendo-se em tela o *layer* da área da Vila Safira, foi carregado o *shapefile* ARCOS, este contendo todas as tubulações utilizadas na rede principal de distribuição de água de Porto Alegre, que somada tem cerca de três mil e novecentos quilômetros de tubulações. Pelo mesmo processo de intersecção do polígono Vila_Safira, usado para os eixos de ruas, foi realizada a criação do *shapefile* Arcos_Safira, novamente através a função “Exportação de Dados de Feições Seleccionadas”, O *shapefile* resultante ficou com aproximadamente 15 Km de rede de tubulações.

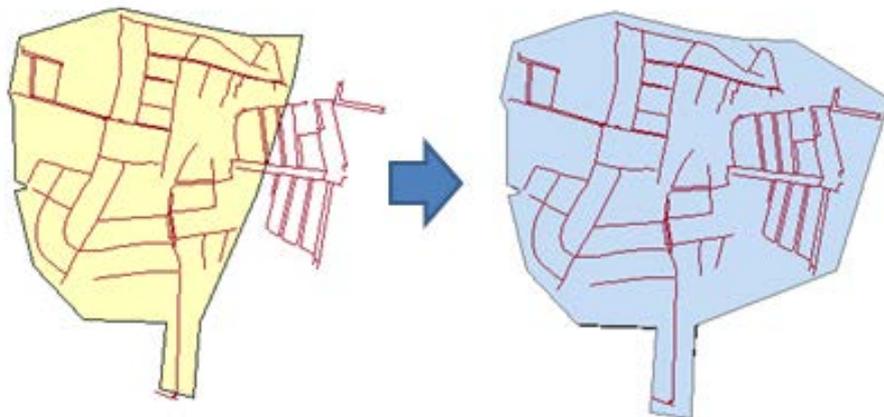


Figura 60 - Atualização do polígono da área da Vila Safira

O *shapefile* de logradouros, como se trata de informação oficial do município, e que ainda não contém informações sobre a nova área da Vila Safira, denominada Loteamento Alzira Rosa, onde já existe cadastro somente da rede de água, não foi editado. Segundo

informações obtidas no setor de Levantamentos Topográficos do DMAE, esta área estaria em processo de documentação junto ao Departamento Municipal de Habitação (DEM HAB).

O mesmo processo de seleção e criação de novos *shapefiles* contendo somente as feições e os dados pertencentes somente à área de estudos foi realizado com os demais *shapefiles* que foram escolhidos para o trabalho (Figura 61).

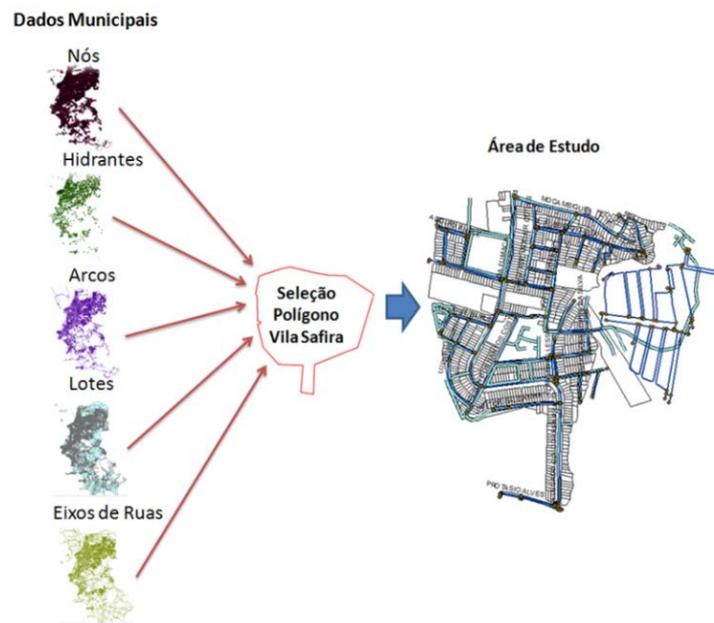


Figura 61 - Processo de extração dos dados da Área de Estudo

A Tabela 17 mostra os *shapefiles* que foram selecionados para o trabalho com alguns dados sobre seus conteúdos.

Tabela 17 - Shapefiles selecionados

NOME DO SHAPEFILE	TIPO	Nº de FEIÇÕES	CONTEÚDO
Setor_Safira	Polígono	1	Polígono com área de 870 Km quadrados
Eixos_Safira	Polilinha	138	49 Logradouros (Av., ruas, becos, acessos e passagens)
Arcos_Safira	Polilinha	346	Tubulação subterrânea de vários diâmetros e materiais
Lotes_Safira	Polígono	956	Lotes registrados na área
Nos_Safira	Pontos	323	Componentes de rede (terminações, registros, etc.)
Hidrantes_Safira	Pontos	2	Hidrantes

Após a seleção de uma dada feição na interface ArcMap, não importando qual o método utilizado, é possível de se criar, como foi feito anteriormente, um *shapefile* completamente independente daquele que lhe deu origem ou então, somente ser gerada

uma nova camada de informação, onde será mantido o vínculo com o arquivo que lhe deu origem.

Na primeira forma, quando se realizou a exportação de uma feição selecionada, houve a criação de uma nova estrutura de arquivos que fez parte do novo *shapefile*. Isto é interessante quando se quer manter os dados originais intactos, nenhum tipo de ação sobre o novo *shapefile* tem impacto sobre o arquivo original.

No segundo método, não foi criado um novo *shapefile*, havendo apenas uma imagem reduzida do banco de dados original, mas que utiliza a mesma base de dados do arquivo original. Qualquer alteração no arquivo original repercute na nova camada de informação, ou *layer*, da mesma forma que um registro alterado no banco de atributos da nova camada de informação será, na verdade, realizado sobre a tabela de atributos do *shapefile* original. Haverá um vínculo permanente entre eles. Este método é utilizado quando se deseja ter várias visões de um mesmo banco de dados geográfico, mas necessita-se manter a coerência e consistência entre as diversas visões. Em um geodatabase vários usuários podem ter visões diferentes dos dados contidos na geodatabase, mas ela é única.

No estudo, utilizou-se a exportação de dados das feições selecionadas para segmentar a base dados original, reduzindo o seu tamanho e facilitando a sua manipulação, porém utilizou-se o segundo método para criar as camadas de informação com as visões relevantes para o estudo e usou-se uma geodatabase pessoal (*Personal Geodatabase*) que utiliza o padrão de arquivos do Microsoft Access, onde vários usuários podem acessar os dados simultaneamente, mas somente um pode editá-los de cada vez para podermos utilizar a rede geométrica necessária para a realização das simulações.

Com a utilização do ArcCatalog, cada *shapefile* utilizado neste trabalho teve seu sistema de coordenadas limpo, isto é eliminado, prevenindo a existência de qualquer informação discrepante. Posteriormente foram todos reconfigurados para trabalharem com o sistema de coordenadas constante no arquivo CONF_DEMHAB.prj, arquivo este que constava do conjunto de *shapefiles* entregues para a realização deste trabalho pelo DMAE. Antes de aplicá-lo como padrão, foi confirmado seu conteúdo e compatibilidade ao sistema municipal através da visualização de seu conteúdo e comparação com os dados oficiais do município.

```

PROJCS["Gauss_Kruger_POA",GEOGCS["Gauss_Kruger_POA_Geo",DATUM
["D_International_1924",SPHEROID["International_
1924",6378388.0,297.0]],PRIMEM["Greenwich",0.0],UNIT
["Degree",0.0174532925199433]],PROJECTION
["Transverse_Mercator"],PARAMETER
["False_Easting",200000.0],PARAMETER
["False_Northing",5000000.0],PARAMETER["Central_Meridian",-
51.0],PARAMETER["Scale_Factor",1.0],PARAMETER
["Latitude_Of_Origin",0.0],UNIT["Meter",1.0]]|

```

Figura 62 - Visualização do CONF_DEMAHB.prj no processador de textos

4.7.2 Processo de geocodificação

A geocodificação é o processo pelo qual é designado um conjunto de coordenadas para um determinado endereço de uma rua. É estabelecida uma relação lógica entre um endereço (Rua, número, CEP) com coordenadas (latitude/longitude), (E,N). O processo de geocodificação visa criar a melhor estimativa possível para esta correspondência, sendo a sua qualidade muito dependente das informações disponíveis e o processo utilizado. A interpolação de endereços foi o método que forneceu os resultados com maior exatidão.

Neste trabalho a geocodificação de endereços foi o processo utilizado para determinar, por estimativa, a posição geográfica correspondente a cada endereço de onde ocorreram os eventos relacionados à manutenção da rede de distribuição de água na área de estudo.

Os insumos básicos utilizados nesta etapa do trabalho foram: um arquivo de planilha eletrônica do MS Excel com os dados e endereços (contendo rua e logradouro) dos eventos, e um arquivo vetorial de sistema viário, um *shapefile* com os eixos de ruas da área de estudo. A ferramenta de análise empregada foi o pacote SIG ArcGIS versão 9.3 com licenças para ArcInfo e para a função *Geocoding*.

O arquivo vetorial do sistema viário, o chamado *layer de arruamento* de acordo com a linguagem padrão dos SIG's, armazena em seu banco de atributos alfanuméricos uma classe com os tipos de vias de acesso (rua, avenida, beco, etc), nomes das ruas, endereços de Código de Endereçamento Postal (CEP), e as informações mais importantes para a geocodificação: intervalos numéricos das quadras ao longo do eixo das ruas com a informação de numeração par inicial, par final, ímpar inicial e ímpar final. Este *layer de arruamento*, no contexto da geocodificação do ArcGIS, é também chamado de "Tema de Referência" ou de "Primary Table", já o banco de dados de eventos contém os registros das reclamações realizadas pelos clientes via SAC. Nele há o nome do cliente, seu endereço, o problema reclamado, as ações realizadas pela equipe técnica, data e hora do encerramento da atividade.

Para que os eventos sejam corretamente geocodificados (Figura 71), a tabela necessita ter o nome o logradouro preenchido o mais próximo possível do nome oficial utilizado pela Prefeitura de Porto Alegre, já que é este que consta no banco de dados de atributos dos eixos de ruas.

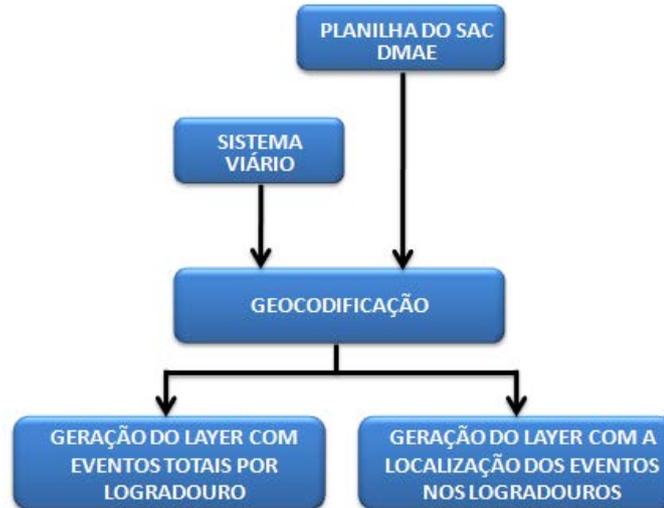


Figura 63 - Fluxo da geocodificação de eventos

O processo de geocodificação realizado pelo ArcGIS 9.3 requer que o módulo de *Geocoding* reconheça plenamente o sistema de endereçamento utilizado. É necessário que o software consiga reconhecer entre os campos que fazem parte deste endereçamento os que são necessários na criação dos índices espaciais necessários para a geocodificação.

O ArcGIS 9.3, visando os padrões de formação de endereços utilizados no Estados Unidos da América (EUA), vem preparado para cerca de 25 diferentes estilos de localizadores de endereços, entretanto, nenhum deles é diretamente aplicável ao sistema padronizado no Brasil.

A Figura 64 mostra um comparativo da ESRI, fabricante do ArcGIS, entre um estilo utilizado no EUA e o equivalente no Brasil. Afora a diferença entre os idiomas, os campos são basicamente os mesmos, mas disposição e tamanho dos campos dos dados não, requerendo que seja realizada uma adequação entre os sistemas antes de ser realizado o trabalho.

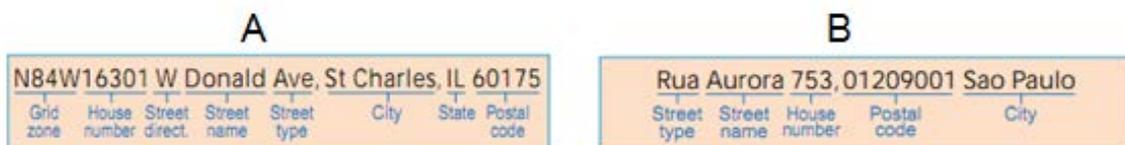


Figura 64 - Estilo de endereços americano (A) e estilo de endereços brasileiros (B). Fonte: Adaptado de GEOCODING (2004).

A ESRI distribui em sua página na Internet um pacote de software para a edição e criação de novos localizadores de estilos de endereços, o *Geocoding Development Kit Setup* (GDK), com ele é possível criar uma forma de traduzir um estilo particular de endereçamento ao padrão de entrada permitido pelo ArcGIS.

Mesmo com o auxílio do GDK, a tarefa de criar um localizador adequado ao sistema brasileiro não foi uma tarefa simples. A distribuidora oficial para o país da ESRI criou três localizadores prontos para o estilo brasileiro de endereçamentos e disponibilizou-os em sua página da Internet para download de forma gratuita,

Antes de preparar o ArcGIS para a tarefa de geocodificação, isto é, criar o localizador de endereços específico para a região de interesse, foi necessário fazer o download dos estilos brasileiros (http://www.img.com.br/suporte_downloads.aspx?id=26) e seguir as instruções da página de suporte. Em três arquivos comprimidos estão disponíveis os modelos de “Endereço BR com Intersect”, cada um deles atendendo um grupo de variáveis que podem ser necessárias no processo de busca do endereço. A escolha do estilo foi realizada em função das necessidades do usuário e das informações disponíveis nos bancos de dados da pesquisa, (ver Tabela 18).

Tabela 18: Estilos brasileiros de geocodificação de endereços e suas variáveis

Campos	Equivalentes BR	Estilo Endereço BR com Intersect		
		Simple	Com CEP	Com UF e Cidade
SufType	Tipo do Logradouro	SIM	SIM	SIM
StreetName	Nome do Logradouro	SIM	SIM	SIM
HouseName	Numeração no Logradouro	SIM	SIM	SIM
ZIP	CEP		SIM	
City	Cidade			SIM
State	Estado			SIM

Neste trabalho, na tabela de eventos da rede, não é utilizada a informação de CEP, portanto foi escolhido o “Endereço BR com Intersect”, o mais simples dos estilos BR.

5 RESULTADOS OBTIDOS

A seguir estão apresentados os resultados obtidos após o desenvolvimento de cada etapa do trabalho.

5.1 Avaliação da rede geodésica municipal e informações cadastrais

A seguir estão apresentados fichas de levantamentos (figuras 65 e 66) e fotos das medições dos pinos da Rede Geodésica Municipal realizadas pelo convênio PMPA x UFRGS (figuras 67 à 70):

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS															
Cód Ponto: 5583	Identificação: <input checked="" type="checkbox"/> Pino <input type="checkbox"/> Marco <input type="checkbox"/> Chapa														
Data: 25/04/2011	Sistema de Referência:														
Coordenadas: E: _____ Lat: _____															
N: _____ Lon: _____															
h: _____ Alt: _____															
Localização: Avenida Del Ely Correa Prado															
Detalhes: Dia ensolarado e sem nuvens. Temperatura da aproximada 22°C															
Ref. Fotos: 701, 702, 703, 704, 705 (6 em total)															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Equipamento:</th> <th>Rastreo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Receptor: 0830555472</td> <td>Horário Inicial: 9:53</td> </tr> <tr> <td>Antena: Spectra - Epsch</td> <td>Horário Final: 12:03</td> </tr> <tr> <td>Alt. Antena: 2,558 m</td> <td>PDOP: _____</td> </tr> </tbody> </table>	Equipamento:	Rastreo	Receptor: 0830555472	Horário Inicial: 9:53	Antena: Spectra - Epsch	Horário Final: 12:03	Alt. Antena: 2,558 m	PDOP: _____	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Croqui</th> <th>Grafico Visibilidade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Responsável Técnico: _____ Nome - Crea</td> <td>Equipe: Gustavo Jorge Biedow Isadora Lopes</td> </tr> </tbody> </table>	Croqui	Grafico Visibilidade			Responsável Técnico: _____ Nome - Crea	Equipe: Gustavo Jorge Biedow Isadora Lopes
Equipamento:	Rastreo														
Receptor: 0830555472	Horário Inicial: 9:53														
Antena: Spectra - Epsch	Horário Final: 12:03														
Alt. Antena: 2,558 m	PDOP: _____														
Croqui	Grafico Visibilidade														
															
Responsável Técnico: _____ Nome - Crea	Equipe: Gustavo Jorge Biedow Isadora Lopes														

Figura 65 - Ficha de levantamento GPS do Geopino

5583



Figura 67 – Foto do Geopino 5583

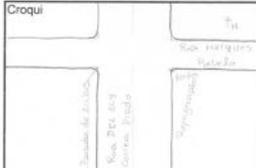
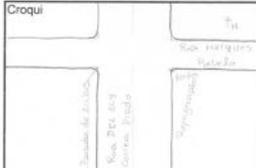
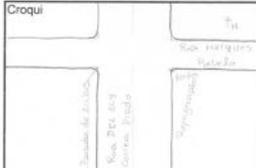
FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS															
Cód Ponto: 5584	Identificação: <input checked="" type="checkbox"/> Pino <input type="checkbox"/> Marco <input type="checkbox"/> Chapa														
Data: 26/04/11	Sistema de Referência:														
Coordenadas: E: _____ Lat: _____															
N: _____ Lon: _____															
h: _____ Alt: _____															
Localização: Avenida Del Ely Correa Prado esquina Rua Marques Rebelo															
Detalhes: Dia ensolarado, temperatura 22°C															
Ref. Fotos: 696, 697, 698, 699 e 700 (4 em total)															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Equipamento:</th> <th>Rastreo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Receptor: 55412</td> <td>Horário Inicial: 9:00h</td> </tr> <tr> <td>Antena: Spectra - Epsch</td> <td>Horário Final: 12:05h</td> </tr> <tr> <td>Alt. Antena: 1,937 m</td> <td>PDOP: _____</td> </tr> </tbody> </table>	Equipamento:	Rastreo	Receptor: 55412	Horário Inicial: 9:00h	Antena: Spectra - Epsch	Horário Final: 12:05h	Alt. Antena: 1,937 m	PDOP: _____	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Croqui</th> <th>Grafico Visibilidade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Responsável Técnico: _____ Nome - Crea</td> <td>Equipe: Isadora Lopes Gustavo Biedow</td> </tr> </tbody> </table>	Croqui	Grafico Visibilidade			Responsável Técnico: _____ Nome - Crea	Equipe: Isadora Lopes Gustavo Biedow
Equipamento:	Rastreo														
Receptor: 55412	Horário Inicial: 9:00h														
Antena: Spectra - Epsch	Horário Final: 12:05h														
Alt. Antena: 1,937 m	PDOP: _____														
Croqui	Grafico Visibilidade														
															
Responsável Técnico: _____ Nome - Crea	Equipe: Isadora Lopes Gustavo Biedow														

Figura 66 - Ficha de levantamento GPS do Geopino

5584



Figura 68 – Foto do Geopino 5584



Figura 69 – Foto do levantamento GNSS do Geopino 5583



Figura 70 – Foto do levantamento GNSS do Geopino 5584

No Anexo 1 estão apresentados os resultados do processamentos dos geopinos.

Na verificação cadastral foram encontradas diversas discrepâncias entre o cadastro dos croquis, da planta cadastral e no campo referentes a:

- Desenho de equipamentos e peças nos croquis não constantes na planta e vice versa;
- Ausência em campo de elementos representados nos croquis e plantas (podem não ter sido instalados, podem ter sido retirados ou estarem enterrados);
- Diferenças observadas na configuração real das redes de distribuição quando ao seu traçado em planta;
 - Desatualização dos nomes de alguns logradouros;
 - Registros fechados sem a devida representação cartográfica;
 - Zonas de manobras de registros diferentes da representadas no cadastro.

Com base nas informações obtidas na verificação cadastral foram atualizados os dados do cadastro digital.

5.2 Nível de acuracidade adotado

Na Tabela 19 estão compiladas as informações e idéias apresentadas sobre o tema através das entrevistas. Os campos hachurados representam **critérios** e **valores** considerados válidos para definição da acuracidade segundo os usuários.

Tabela 19 – Entrevistas sobre precisão cadastral

PARTICIPANTES	CRITÉRIOS PARA CADASTRO	DEFINIÇÃO DE PRECISÃO
<p>João Pedro Weber (Engenheiro) - Seção de Apoio Técnico de Água / Cássio dos Santos Correa Neto (Agente de Serviços Externos) - Chefe do Setor de Manobras de Redes → DVA Entrevista pessoal</p>	<p>Cadastro deveria ser feito na hora em que estão realizando o serviço O próprio DMAE copia o cadastro errado Não tem fiscalização Ninguém que recebe o cadastro corrige Tem erro de datas das obras Raro o cadastro ser repassado (fica na “manga”) “Injeção”, “by pass” sem cadastro Não sabe fechar a água Amarrações erradas Entregam cadastro novo errado Aero muito pequeno para visualizar Nó – muito importante Destruímos registros novos</p>	<p>Não conseguem definir um valor</p>
<p>Rosângela Storniolo Mardini (Auxiliar de Serviços Técnicos) Chefe do Serviço de Conservação de Redes de Água → DVA Entrevista por telefone</p>	<p>Abrir no local exato devido ao custo, perda de tempo com sondagem Custo de repavimentação Agilidade para fechar registros Cadastro deve ser amarrado em imóveis existentes e não em peças e conexões</p>	<p>Tolerância de 50 cm</p>
<p>Epifânio da Silva e Vandel Silvestre de Vargas (Instaladores Hidrossanitários) - Setor de Conservação de Redes da DINA I → DVA Entrevista pessoal</p>	<p>Setorização de áreas muito grandes para serem fechadas Se cadastro fosse bom daria tranquilidade Calçadas estão saturadas de tubulações, dificuldade de manutenção Discrepâncias muito grandes no cadastro (Ex. Farrapos rede está invertida) Maiores problemas nas redes novas, ramais não passados para rede nova, rede velha e nova em carga Lançam redes sem cadastro Importante cadastro de redes de gás, luz, etc Registros velhos em redes novas que não funcionam Tem esquina, nó, sem cadastro, ruas sem cadastro Evitar erro de marcar na calçada e estar na rua Evitar romper rede Referência não é exata onde passa a rede Cadastro(lista) de hidrantes desatualizado – hidrante novo sem água, Pode obstruir ruas, espaço limita escavação</p>	<p>70 a 80 cm</p> <p>Profundidade 50 cm</p>

PARTICIPANTES	CRITÉRIOS PARA CADASTRO	DEFINIÇÃO DE PRECISÃO
<p>Flávio da Cunha Machado (engenheiro) - Diretor da Divisão de Água – DVA Entrevista por telefone</p>	<p>Georreferenciamento – ramal inclusive Amarrar cadastro em estrutura fixa Profundidade é fundamental Maior erro do DMAE é delegar o cadastro, deveria ser feito pelo DMAE com responsável para tal Cadastro é feito 6 meses depois da obra - fica desatualizado Cadastro feito de qualquer jeito e quem paga é a área operacional que atende na rua Cadastro dever ser feito na obra Gostaria que tivesse casado com a realidade em verdadeira grandeza com a planta da cidade e imagens</p> <p>A base cartográfica atual é inadequada – não consegue cadastrar um setor Cadastro comercial Definir uma tecnologia para cadastro e não trocá-la Cadastro diferente da micromedição Não temos cadastro de rede de gás, alta tensão que deveria (segurança) Prazo para cadastro é no final da obra, deveria ser semanal Rede morta, como morta mesmo</p>	
<p>Décio da Rosa Cândido (Instalador Hidrossanitário) - Setor de Manobras → Entrevista por telefone</p>	<p>No cadastro atual não funcionam as amarrações Sente frustração e incômodo em relação ao cadastro Não é o que está no papel Hidrantes não existem “Era para estar aqui, mas não está”</p>	<p>Deveria ser exato</p>
<p>Adinaldo Soares de Fraga (Engenheiro) – Chefe da Seção de Lançamento de Redes de Água → DVA Entrevista por telefone</p>	<p>Se sente revoltado com cadastro errado Dificuldade para dar manutenção Existem pontas de rede amarradas por outras peças Perda de tempo Regredimos no cadastro Várias referências estão erradas Sugestão de gabarito padrão para calçadas Deveria ter cadastro do DEP, Esgoto, Gás e outras intervenções Cadastro deve facilitar a vida A profundidade é uma referência para definir se escavação é manual/mecânica Está decaindo a precisão</p> <p>Registros deveriam ter amarração correta Peças deveriam ter descrição exata para prever material correto nas manutenções O carimbo dos nós já diz que o cadastro não é correto e às vezes não dá pra fazer sondagem prévia Nosso cadastro é usado por outros órgãos Nunca é exato</p>	<p>Tem que ser fiel Não tem meio termo Deve ser fidedigno</p> <p>Margem de erro 5% - 95 % de precisão</p> <p>1 m estaria bom</p>

PARTICIPANTES	CRITÉRIOS PARA CADASTRO	DEFINIÇÃO DE PRECISÃO
<p>Elias do Prado Carvalho/ José Carlos da Rosa/ Jair Feijó Batista (Instaladores Hidrossanitários) – Mestres das Equipes de Conservação de Redes da DINA II → DVA Entrevista pessoal</p>	<p>Quando houvesse alteração na rua, o cadastro deveria acompanhar Cadastro não é confiável PEAD varia muito a localização Na teoria é uma coisa, na prática é outra Usa pouco o cadastro, acha rede por experiência O mapa marca que não tem rede e ela existe e daí colocam uma nova Existem redes em cima de outras, na mesma vala Mais de 1 m de deslocamento lateral de um ramal o DMAE cobra (tem que ir solicitar no posto de atendimento) “Cava, cava, cava...” Acha tudo embaixo do muro nos loteamentos novos Interromper meia pista para sondagem Rede varia na mesma extensão sem coerência (profundidade, aterro) Deveria haver um padrão para estender redes Escala deveria ser 1:1000 desde que houvesse ambiente e pessoas treinadas</p>	<p>1 m</p> <p>1:1000</p>
<p>Fernando André Neuwald (Engenheiro) – Chefe da Equipe I de Projetos → DVL Entrevista pessoal</p>	<p>Aero 1:2000 pode-se mediar 2 até 3 m - limite extremo por questão histórica O cadastro deveria ser relançado pelos nós Definir qual a base cartográfica Deve-se esperar as novas cartas no aerolevanteamento para fazer as amarrações Deve-se levar em consideração os erros do cadastro Largura da pá da retro por exemplo, para cavar exatamente em cima da rede Equipamentos (GPS) com essa precisão Coordenadas das peças devem ser georeferenciadas Depende do aparelho que faz os levantamentos</p>	<p>50 cm</p> <p>50 cm</p>
<p>Rosana Oliveira da Rosa (Auxiliar de Serviços Técnicos) – Chefe da Seção de Cadastro de Água e Lucio Mauro de Lima Lucatelli (Engenheiro Cartógrafo) – Setor de Geoprocessamento → DVL Entrevista pessoal</p>	<p>Escala 1:2000 PEC C (considerado um mínimo de precisão) Não tem referência cartográfica a não ser pela escala Localização da rede (rua, calçada) Medida média de calçada/rua Intervalo de redes A cada manutenção deve ser feita atualização cadastral Precisão hoje não tem</p>	<p>Pelo erro gráfico</p> <p>50 cm</p> <p>50 cm</p>
<p>Gilberto Pereira (Auxiliar de Serviços Técnicos) - Chefe do Setor de Topografia → DVL Entrevista pessoal</p>	<p>Lançamentos devem ser georeferenciados Registro ou ligação – devem ser georeferenciados Hoje é feito por amostragem Se for sondar, será que vai estar no lugar? Deve-se refazer e georeferenciar todo cadastro Uma prova de que o cadastro não é preciso é o carimbo dos nós Deve-se fazer tudo de novo Para consulta das informações (material, diâmetro, tipo de rede) tem dados que dão uma noção Trabalhos topográficos Profundidade deve ser correta</p>	<p>Precisão 100%</p> <p>1% de erro aceitável 100%</p>

PARTICIPANTES	CRITÉRIOS PARA CADASTRO	DEFINIÇÃO DE PRECISÃO
<p>André Luiz Prange (Auxiliar de Serviços Técnicos) – Chefe da Distrital Centro de Água → DVA Entrevista por telefone</p>	<p>Estamos abrindo valas demais Cadastro deve ser com GPS Cadastro deve ser georeferenciado Material deve ser correto (bitola, legenda) Rede deve ser colorida por sistema pois agiliza setorização Escavação demais Depende da tubulação Calçada pequena, estrago grande Cadastro deve ser por ramais, localização, hidrômetro Registros fora do cruzamento Cadastro tem que dar a localização da rede</p>	<p>1m no máximo, 50 cm</p>
<p>Tânia Maria Pasetto Marramon (Auxiliar de Serviços Técnicos) – Chefe da Distrital Norte I de Água → DVA Entrevista pessoal</p>	<p>PEAD é mais flexível e o cadastro é mais impreciso Quando ocorrer mudança numa área o cadastro deveria ser amarrado Tem que ter no cadastro material, diâmetro, inserção, idade, data do lançamento – o cadastro é o dicionário da rede Importante a topografia (curvas de nível) para definir pressões na rede Amarrar sempre pelo alinhamento predial Cadastro tem que dar localização dos registros, válvulas, ventosas, entroncamentos Quanto mais preciso, melhor Cadastro permite economia Precisão – escavação e repavimentação menor, Por exclusão e por segurança – evita romper redes na escavação) Seria viável, em loteamentos novos, sem casas, amarrar pelo cordão da calçada até definirem o alinhamento</p>	<p>Mapeamento fidedigno 50 cm para cada lado do eixo da rede A rede deve estar exatamente no local onde marca Centimétrica (fração de metro)</p>
<p>Mário Piatá (Engenheiro) – Seção de Apoio Técnico de Água → DVA Entrevista por telefone</p>	<p>Tem lugares com erros de 4 a 5 m</p>	<p>10 cm até 50 cm seria tolerável</p>
<p>Devanir Gonçalves/Paulo Nicanor Santos Amaral/Vander Carvalho Bittencourt (Instaladores Hidrossanitários) Jorge Luiz Montier dos Santos (Operário Especializado) – Setor de Conservação de Redes da DINA II → DVA Entrevista pessoal</p>	<p>Está pior de uns tempos pra cá Falta planejamento Quando executa faz diferente do projeto (perde o rumo) Absurdo: DMAE/PMPA permitir o avanço de área de lotes sobre a rede Se houvesse uma precisão diminuiria o serviço Atrasos por procurar uma coisa onde não está Evita pegar o geral e causar danos, transtornos (fecho de água, emendas, calçadas interditadas, repavimentação) Interferências de outras redes (elétrica, gás, etc.) Evitar projetos fora do local Entroncamentos são difíceis de executar Às vezes sonda-se mais de 10 m de distância furando a calçada para achar o local</p>	

PARTICIPANTES	CRITÉRIOS PARA CADASTRO	DEFINIÇÃO DE PRECISÃO
Maria Zelina Abreu dos Santos / Jaqueline Niederauer Bucker (Engenheiras) – Equipe de Obras (Fiscalização) → DVO Entrevista pessoal	Registro no meio da avenida tapado Outras secretarias interferem Padronização das obras, trazendo o cadastro junto com o andamento Hoje o cadastro é feito depois que a obra termina Segundo PG 014 um mestre do DMAE deve acompanhar o cadastro na obra marcando todas as peças e tubulações Pela sondagem	No máximo 50 cm para cada lado
	Depende do método de escavação (pá ou retro) Cadastro não pode ser pelo projeto Deveria haver um gabarito nas calçadas: junto ao alinhamento redes de água, depois esgoto cloacal, depois esgoto pluvial, etc Redes mais antigas x redes novas implantadas às vezes existe dificuldade de local, pois não tem espaço Projetos de água devem ser por setor de manobra Levantamento dos registros é importante para manutenção Depende da topografia	Menor que 1 m 50 cm seria razoável
Elen Lima e Marcelo Nadal Estudantes de Engenharia Cartográfica → UFRGS Entrevista pessoal	Evitar abrir toda rua Tubulação de gás, lógica, energia elétrica não pode estar errado por exemplo Pela quantidade de tubulações existentes	Não poderia ser maior que 10 cm

As idéias foram organizadas, avaliadas e combinadas por similaridade.

Os critérios para definição da precisão que mais apareceram foram:

Tabela 20 – Critérios e valores para precisão

CRITÉRIOS	VALORES PARA PRECISÃO
Escavação/sondagem: 51%	50 cm: 30%
Custos: 14%	Exato: 26%
Segurança: 14%	1 m: 13%
Tempo: 8%	Escala 1:1000: 9%
Tipo/método de levantamento: 8%	80 cm: 4%
Escala: 5%	Centimétrica: 4%
	95 % de precisão: 4%
	10 cm: 4%
	99% de precisão: 4%

Com base na pesquisa com os usuários o valor mais citado como sendo razoável para a precisão foi de 50 cm, levando-se em consideração os critérios de escavação e sondagem. No caso dos critérios do PEC, chegou-se aos mesmos valor.

5.3 Perfil dos usuários do cadastro

Com base no organograma do DMAE e nos processos do sistema de gestão, os usuários atuais e potenciais têm os seguintes cargos no DMAE: Instaladores hidrossanitários, operários especializados, auxiliares de serviços técnicos, fiscais de obra, engenheiros, dentre outros.

5.4 Levantamento geodésico dos pontos de interesse

Analisando os pontos a serem determinadas as coordenadas através de levantamento GPS chegou-se a Tabela 21, com os níveis de obstrução dos pontos:

Tabela 21 - Níveis de obstrução dos pontos

Ponto	SIG ID	Elemento	Obstrução	Nível Obst.
VS1	235719	RG	25%	2
VS2	235699	RG	0%	1
VS3	235700	Hidrante	0%	1
VS4	235702	RG	10%	1
VS5	235711	RG	25%	2
VS6	229309	VRP2	0	1
VS7	229314	RG	0	1
VS8	235729	RG	10%	1
VS9	235664	RG	0	1
VS10	235633	RG	40%	3
VS11	233167	RG	40%	3
VS12	219915	VRP1	50%	3
VSP01	5584	GGeoPino	15%	2
VS13	235662	RG	10%	2
VS14	235666	RG	0%	1
VS15	236341	RG	25%	2

Os relatórios do pós-processamento estão inseridos nos anexos deste documento, e o resumo dos vetores formados está na Tabela 22.

Tabela 22 - Vetores de base pós-processados

Vector Identifier	Sol.	Vector Comp. X	95% Error	Vector Comp. Y	95% Error	Vector Comp. Z	95% Error	Vector Length	95% Error	Span	SVs	PDOP	Means Type
POAL - 5584		2394,25	0,012	-922,962	0,016	3841,399	0,015	4619,593	0,025	00:51:20	7	1,9	L1 GPS
POAL - VS01		2401,705	0,015	-917,062	0,033	3841,628	0,021	4622,478	0,042	00:40:50	5	3,7	L1 GPS
POAL - VS02		2288,501	0,011	-899,892	0,012	3700,156	0,015	4442,769	0,022	00:41:50	8	1,7	L1 GPS
POAL - VS04		2343,879	0,018	-892,836	0,021	3743,355	0,023	4505,955	0,036	00:41:00	9	1,6	L1 GPS
POAL - VS03		2285,743	0,011	-900,127	0,012	3697,392	0,015	4439,094	0,022	00:42:20	8	1,7	L1 GPS
POAL - VS05		2378,677	0,014	-937,584	0,017	3844,726	0,018	4617,26	0,028	00:40:30	8	1,6	L1 GPS
POAL - VS06		2420,045	0,011	-657,741	0,012	3543,155	0,015	4340,874	0,022	00:41:10	8	1,6	L1 GPS
POAL - VS07		2419,942	0,012	-657,35	0,012	3542,301	0,015	4340,061	0,023	00:40:20	8	1,6	L1 GPS
POAL - VS08		2419,273	0,014	-648,949	0,015	3528,798	0,019	4327,405	0,028	00:40:10	9	1,7	L1 GPS
POAL - VS10		2272,989	0,012	-481,37	0,015	3132,726	0,016	3900,278	0,025	00:40:30	7	1,9	L1 GPS
POAL - VS12	Partial	2278,227	0,069	-481,83	0,073	3141,475	0,071	3910,415	0,123	00:40:10	6	2,5	L1 GPS
POAL - VS09		2395,389	0,011	-615,238	0,013	3462,364	0,017	4254,924	0,024	00:40:20	9	1,7	L1 GPS
POAL - VS11		2275,931	0,017	-482,235	0,02	3137,834	0,021	3906,203	0,034	00:40:10	7	1,7	L1 GPS
POAL - VS13		2199,524	0,014	-828,381	0,018	3501,115	0,018	4216,862	0,029	00:40:10	5	3,6	L1 GPS
POAL - 5583		2361,826	0,011	-906,31	0,012	3779,495	0,013	4547,989	0,021	00:40:20	6	2,4	L1 GPS
POAL - VS14		2212,831	0,013	-823,892	0,013	3512,956	0,017	4232,762	0,025	00:50:00	7	1,7	L1 GPS
POAL - VS15		2517,2	0,013	-1020,759	0,017	4117,39	0,016	4932,661	0,026	01:02:00	8	2,1	L1 GPS

Observa-se que o vetor POAL-VS12 só conseguiu solução parcial da ambigüidade. Novo levantamento foi realizado neste ponto, mas com tempo de estacionamento de 60 minutos. Os resultados obtidos foram de qualidade inferior as coletas originais concluindo-se que este ponto tem obstrução.

O Ashtech Solutions oferece a possibilidade de realizar tratamento manual nas observações sendo que através da edição de períodos torna-se possível extrair do processamento trechos de determinadas coletas de satélites que estejam prejudicadas por falhas na recepção do sinal. O fabricante fornece uma legenda para a interpretação do gráfico de relação sinal/ruído para cada satélite recebido

Uma análise rápida nos dados brutos do ponto VS12 (Figura 71) mostrou que a obstrução causou uma relação sinal/ruído decrescente, provocando perdas de sinal de alguns satélites o que, certamente redundou em perdas de ciclos, inviabilizando a solução da ambigüidade. Se as perdas causadas por fenômenos atmosféricos podem ser canceladas em bases curtas como esta, as perdas causadas pela reflexão de sinal, o que causa o multicaminho, não são atenuadas pelo uso do método de estacionamento. Observou-se neste ponto que além da obstrução, havia a passagem regular de veículos próximos ao receptor, causando reflexão no sinal recebido pela antena.

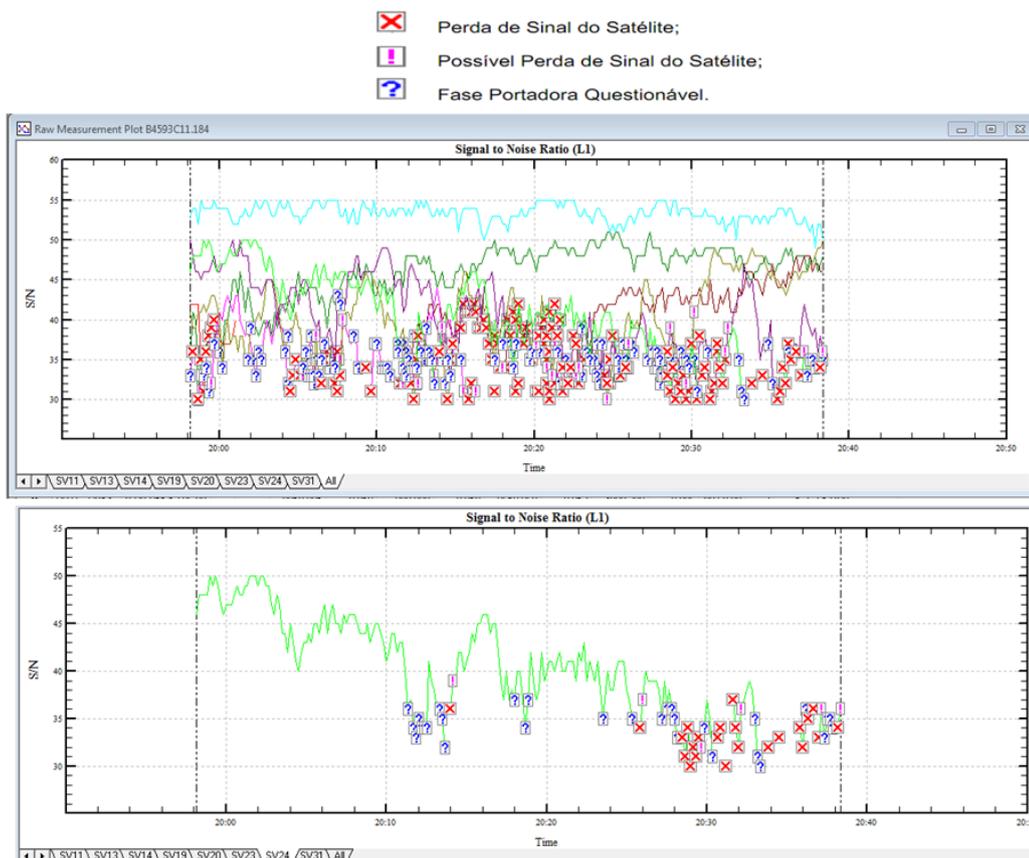


Figura 71 - Relação Sinal/Ruído do ponto VS12 mostrando grande perda de sinal

Eventualmente pode-se ter algum satélite que se encontra muito próximo da linha do horizonte, o que pode significar perda na qualidade do sinal recebido. Se houver mais satélites com sinal adequado, pode-se editar o arquivo original e alterar a máscara de elevação eliminando estes sinais de baixa qualidade, mas no caso deste ponto a eliminação dos sinais com falhas alterava a solução de modo “Partial” para “Flot”, o que, segundo o fabricante, indica a completa incapacidade do software de resolver a ambiguidade.

Mesmo resolvendo este vetor (POAL-VS12) em modo “partial”, o software forneceu as coordenadas e suas precisões. A Tabela 23 mostra as coordenadas em projeção UTM WGS84 para todos os pontos.

Tabela 23 - Coordenadas dos pontos em UTM WGS64

Ponto	SIG ID	Elemento	Obstrução	E	95% Error	N	95% Error	H Elipsoidal	95% Error
VS1	235719	RG	25%	489746,365	0,016	6677441,251	0,01	75,7	0,037
VS2	235699	RG	0%	489669,223	0,002	6677276,506	0,002	73,408	0,002
VS3	235700	Hidrante	0%	489666,932	0,01	6677273,337	0,008	73,45	0,02
VS4	235702	RG	10%	489716,686	0,018	6677328,582	0,02	77,132	0,024
VS5	235711	RG	25%	489715,562	0,002	6677444,657	0,004	75,432	0,006
VS6	229309	VRP2	0	489923,717	0,01	6677087,907	0,01	60,339	0,018
VS7	229314	RG	0	489923,884	0,002	6677086,984	0,002	60,45	0,002
VS8	235729	RG	10%	489928,647	0,004	6677071,819	0,006	61,173	0,008
VS9	235664	RG	0	489931,299	0,008	6676993,703	0,01	58,741	0,02
VS10	235633	RG	40%	489920,439	0,01	6676617,856	0,012	67,032	0,02
VS11	233167	RG	40%	489922,194	0,008	6676623,534	0,014	66,689	0,012
VS12	219915	VRP1	50%	489924,217	0,057	6676627,255	0,08	65,809	0,074
VS13	235662	RG	10%	489644,883	0,002	6677048,441	0,004	76,347	0,004
VS14	235666	RG	0%	489658,248	0,01	6677061,134	0,01	74,763	0,018
VS15	236341	RG	25%	489770,845	0,01	6677756,571	0,01	70,337	0,022
VSP01	5584	GeoPino	15%	489722,153	0,008	6677370,746	0,01	77,877	0,018
VSP02	5583	GeoPino	20%	489736,863	0,01	6677440,999	0,008	75,738	0,022

As coordenadas dos geopinos da rede planimétrica municipal, ajustadas em campanha recente (menos de um mês), em comparação com as coordenadas que foram obtidas neste levantamento, mostrou em planimetria diferença máxima de 1,6 cm, o que atende as necessidades atuais do DMAE (Tabela 24).

Tabela 24 - Coordenadas ajustadas dos Geopinos 5583 e 5584

Adjusted Points				
Name	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Elevation (m)	Code
PM5584	6677370,747	489722,146	78,067	
PM5583	6677441,015	489736,855	75,956	

As coordenadas obtidas pelo pós-processamento foram inseridas na tabela de atributos dos elementos correspondentes.

5.5 Banco de dados em SIG com ferramentas para auxiliar na manutenção das redes de água

A metodologia utilizada para criar o banco de dados em SIG neste trabalho não teve intenção de alterar a forma como os *shapefiles* foram montados pelo DMAE, mas apenas sugerir novas abordagens.

5.5.1 Organização dos layers (planos de informação)

Os planos de informação foram criados e organizados seguindo a estrutura apresentada da Figura 72:

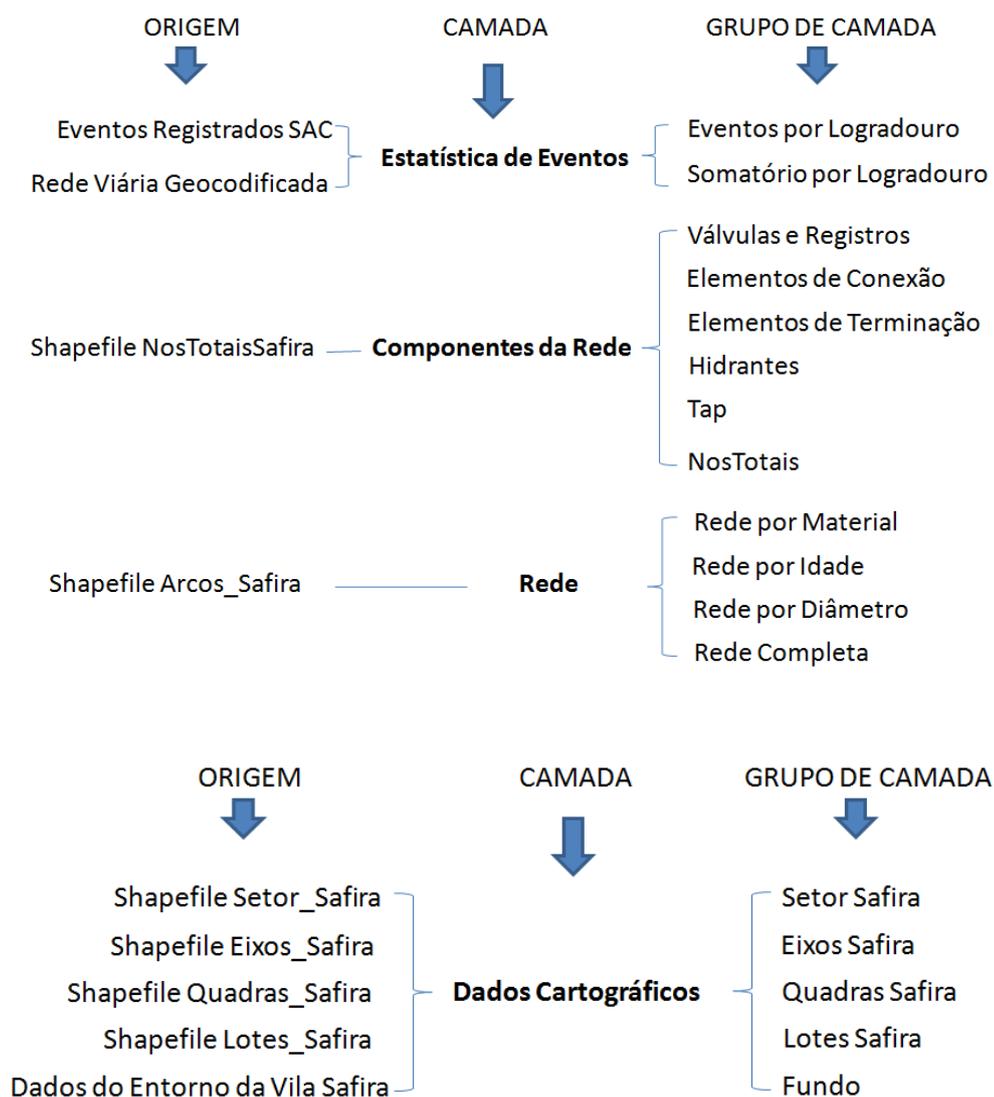


Figura 72 – Estrutura dos planos de informação

As informações contidas no Grupo de Camada chamado “Fundo” são externas ao polígono “Setor Safira”, portanto fora da área de estudo (em média 200m), servindo para fornecer referências de localização sobre o entorno da área de trabalho.

Alguns Grupos de Camadas dão origem a outros níveis, e estes contendo novos Grupos de Camadas, conforme pode ser visto na Figura 73:

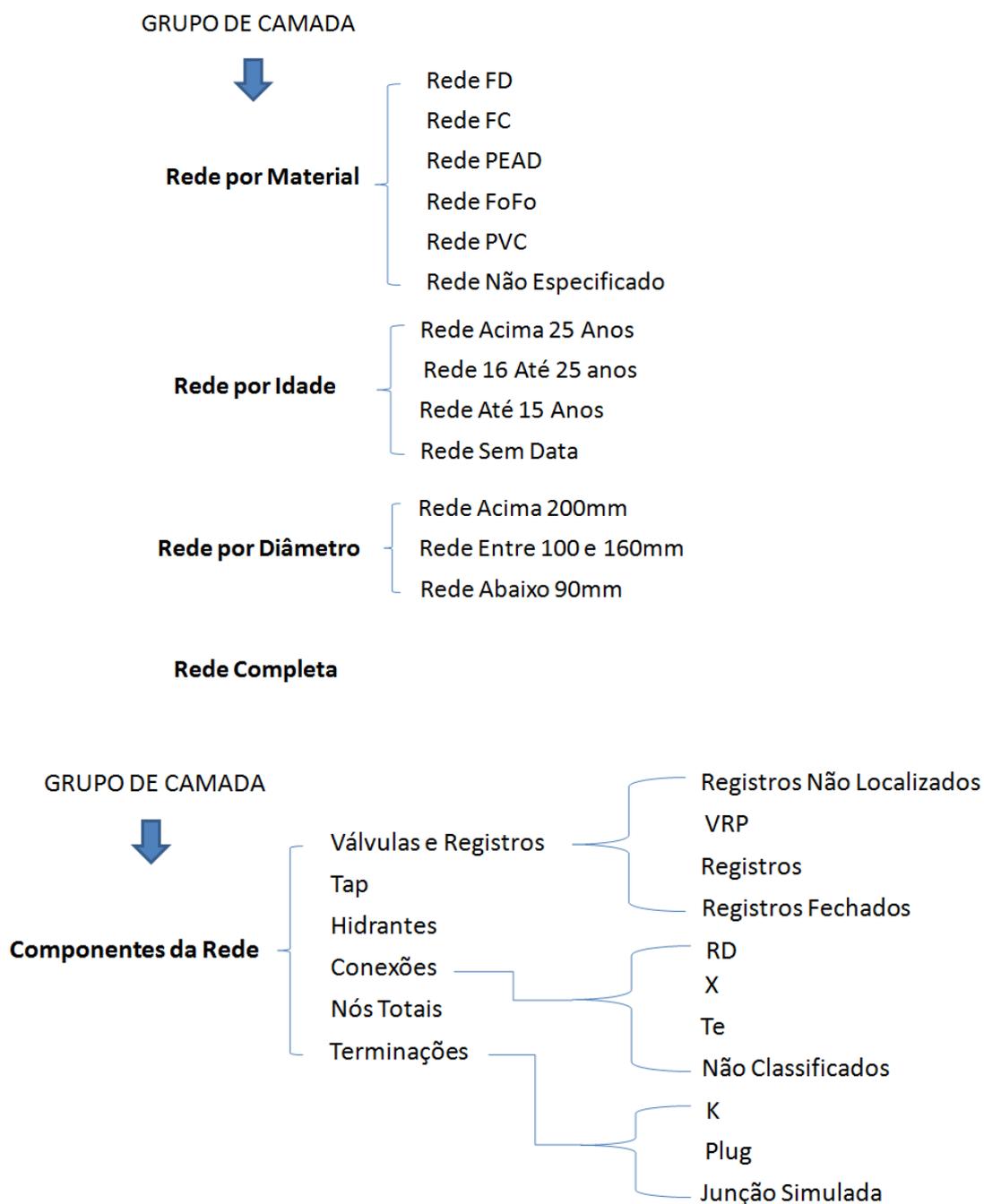


Figura 73 – Grupos de camadas

Quando o geodatabase foi criado, os *shapefiles* pertencentes à coluna “ORIGEM”, foram importados.

5.5.2 Criação do geodatabase e da rede geométrica

Segundo consta na documentação da ESRI, a capacidade do ArcGIS de realizar as simulações que seriam necessárias neste trabalho só se tornam possíveis estabelecendo-se uma Topologia de Rede Geométrica. Em uma Topologia deste tipo os relacionamentos topológicos são estabelecidos somente entre feições de ponto e linha.

Para ter as características de uma Topologia de Rede Geométrica, não basta apenas os *shapefile* organizados em layers no ArcGIS, é necessária a criação de um Geodatabase, que é um local utilizado para armazenar dados espaciais, de atributos e de relacionamentos que existentes entre eles, isto é, o geodatabase é um banco de dados relacional que armazena dados geográficos.

Existem 3 (três) tipos de topologia disponíveis no geodatabase: topologia de geodatabase, topologia de mapa, e a topologia criada para uma rede geométrica, a qual será utilizada neste trabalho.

A criação do geodatabase (ver Figura 74) foi realizada no ambiente do ArcCatalog com o nome de “VilaSafiraGDB”.

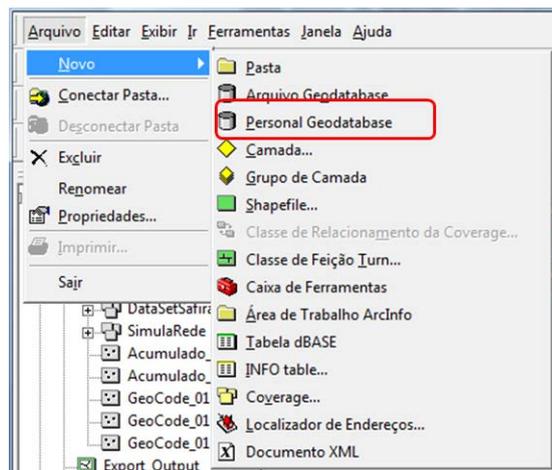


Figura 74 - Criação do geodatabase pessoal

Ainda no geodatabase, foi criado um Conjunto de Dados de Feições (*Feature DataSet*). O processo de criação desta entidade requer que se estabeleça o sistema de coordenadas que será utilizado, e que será único para todas as feições que nele forem

armazenadas e manipuladas. Foi importado o sistema de coordenadas do arquivo CONF_DEMHAB.prj.

Selecionando-se este novo Conjunto de Dados de Feições, o qual recebeu o nome de “DataSetSafira”, com a opção Importar, realizou-se a importação dos *shapefiles* anteriormente trabalhados para o geodatabase no arquivo “DMAE_Safira.mdb” .

Ao fim desta etapa todas as feições estavam com a mesma referência espacial e com capacidade de estabelecer relacionamentos mais complexos entre as feições.

Com a *FeatureDataSet* selecionada, tem-se a opção de criar a rede geométrica. O sistema oferece um guia para orientar a parametrização da rede.

Como os *shapefiles* da rede geométrica já constavam na geodatabase, e sob o mesmo Conjunto de Dados de Feições (*Feature DataSet*), a opção inicial foi de criar a rede com os dados já existentes, o fluxo utilizado está na Figura 75.



Figura 75 - Fluxo de criação da rede geométrica

Nos próximos passos foram escolhidos os *shapefiles* que fariam parte das simulações de rede, assim como as características topológicas da rede a ser criada, tais como: se será utilizada a distância máxima admitida entre um arco e um ponto para que eles sejam automaticamente considerados ligados (*Snap*), quais feições serão naturalmente consideradas fontes ou destinos do fluxo (*source or sink*) e se haverá pesos, ou custos, diferenciados entre feições de natureza semelhante, isto é, se haverá alguma característica intrínseca em alguns arcos que lhes dêem mais preferência no momento da escolha do caminho a ser seguido pelo fluxo (*weights*).

Como estamos tratando de uma base de dados única, a rede foi composta de apenas dois *shapefiles*, o de pontos, contendo todos os elementos que podem realizar a função de junções na rede, os Nós, e o *shapefile* de polilinhas, contendo os arcos da rede.

Neste trabalho não foram utilizados os critérios de pesos para diferenciação entre os arcos, assim como a definição de junção de origem ou destino dos fluxos que, neste caso, podem ser trabalhados posteriormente nas simulações.

5.5.3 Ferramentas de simulação utilizando a rede geométrica

Em uma rede geométrica constituída é possível a utilização de várias ferramentas de análise e simulações, elas estão no menu do *Utility Network Analyst*, figura 84, entretanto, para que elas estejam disponíveis, é necessário ter o ArcMap com a licença ArcInfo e habilitar o menu na barra de ferramenta, conforme Figura 76.

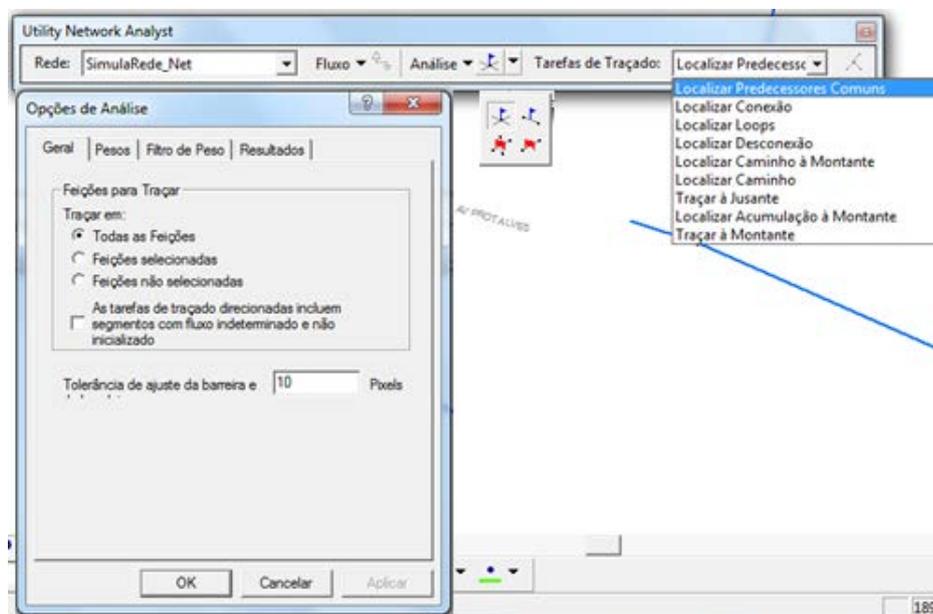


Figura 76 - Ferramentas do menu *Utility Network Analyst*

Na “*Opções de Análise*” é possível alterar alguns parâmetros escolhidos na formação da rede, tais como adotar pesos diferenciados para as feições antes de realizar as simulações. Nas análises é possível iniciar ou bloquear o fluxo em qualquer ponto da rede, o programa mostra por onde ele irá se direcionar em função destas escolhas.

As simulações utilizaram os dois shapefiles que são base da rede do DMAE na Vila Safira, o de Arcos (linhas) e o de Nós (pontos), assim, qualquer tipo de camada criada pode ser usada como parte do cenário das simulações. Por exemplo, na Figura, 77 tem-se uma das visões criadas da rede, que foi a segmentação por diâmetro das tubulações onde a rede está dividida em três faixas de diâmetros, uma para a tubulação acima de 200 mm (diâmetro que configura adutora de alimentação), outra para os diâmetros de 100 até 160 mm

(diâmetro de adutora de distribuição) e a última para a rede com diâmetro inferior a 90 mm (diâmetro das redes de distribuição).

As simulações podem mostrar os resultados de duas formas: na primeira delas são coloridas de vermelho as linhas que fazem parte do resultado, é o padrão do sistema, no outro modo as linhas são somente selecionadas, deixando-as aptas para outras operações (exportação de feições, cópias, exclusão, etc.).

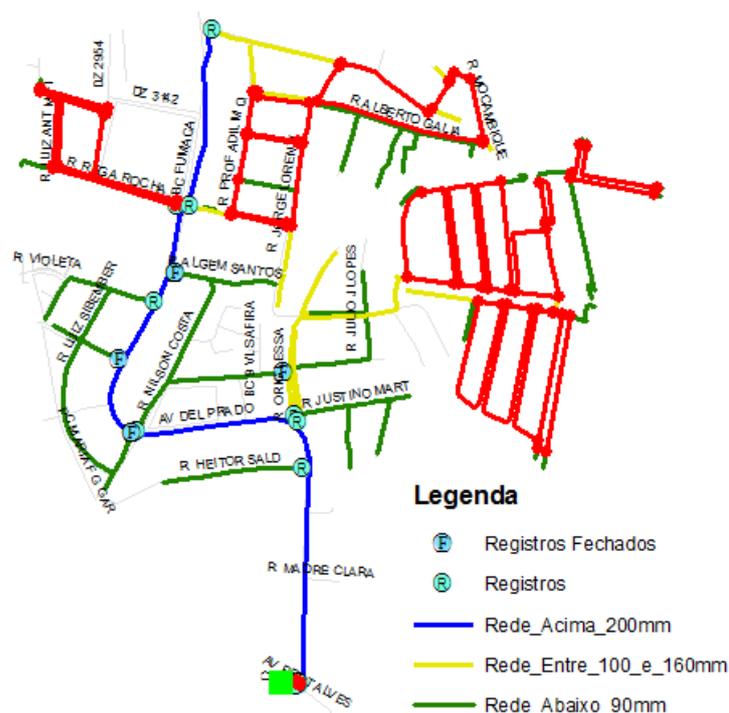


Figura 77 - Regiões da rede com loop (região em vermelho)

Para iniciar qualquer simulação é necessário estabelecer um ponto que gere fluxo na rede. Existem duas possibilidades: este ponto ter sido já definido no tempo de criação da rede geomérica ou em tempo de análise com o uso das bandeiras (azuis) e das barreiras (vermelho). Tanto as bandeiras quanto as barreiras, podem ser por segmento da rede ou por junção.

Na Figura 78 está o exemplo de uma análise onde é desejado se estabelecer qual o caminho do fluxo entre dois pontos especificados da rede, são estabelecidas duas bandeiras, marcando origem e destino do fluxo. O caminho encontrado não está condicionado por pesos, o que estabelecerá rotas de preferências, se houver mais de um caminho possível.

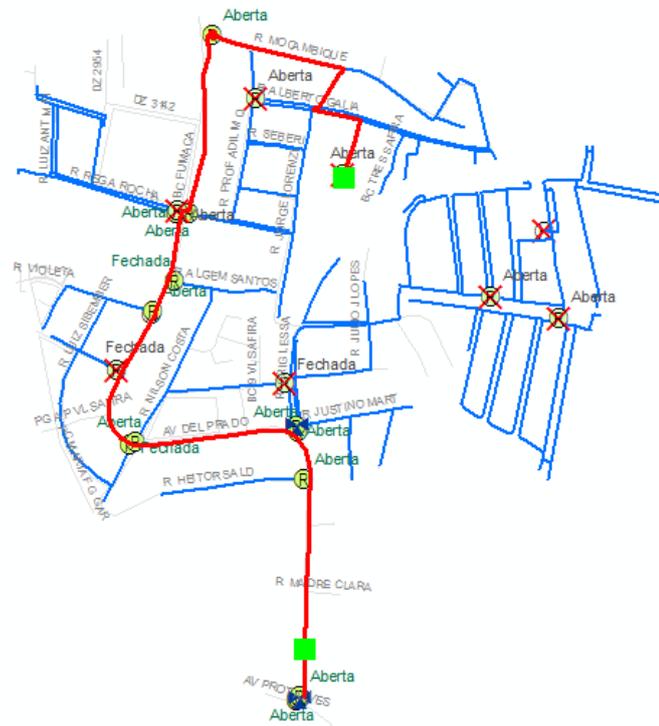


Figura 78 - Identificação de caminho entre duas bandeiras – quadrados verdes

Uma das simulações mais interessantes é o teste da condição de conexão da rede, com a simulação de manobras de fechamento ou abertura de registros já que é uma operação executada pelas equipes de manutenção quando há a necessidade de um conserto de fuga de água ou intervenção na rede de distribuição.

O controle sobre uma feição de junção pode ser feito de duas formas: temporariamente ao se colocar uma barreira sobre um registro aberto, ou colocando uma bandeira sobre um registro que é normalmente fechado. A outra maneira é atuando sobre o parâmetro “Enable”, diretamente na tabela de atributos.

Quando a rede geométrica é criada o sistema cria gera colunas novas na tabela de atributos da feição ponto, a qual realiza as junções da rede. Uma delas é a coluna “Enable”, responsável pela junção permitir a passagem ou obstruir um fluxo (*true/false*). A outra é a coluna “AncillaryRole”, que indica se uma junção é neutra, se gera ou se recebe fluxos (*none/source/sink*).

Para obstruir a passagem em uma determinada junção, coloca-se o Arcmap em modo de edição, e na tabela de atributos no registro da junção desejada coloca-se o parâmetro “Enable” em “False”, da mesma forma, para permitir a passagem coloca-se o “Enable” em “True”. Como o ArcMap está em modo de edição, se a modificação for salva o comportamento da junção ficará estabelecido.

5.5.4 Geocodificação

O processo de geocodificação realizado neste trabalho, incluindo as duas opções de pesquisa, encontra-se esquematizado na Figura 88.

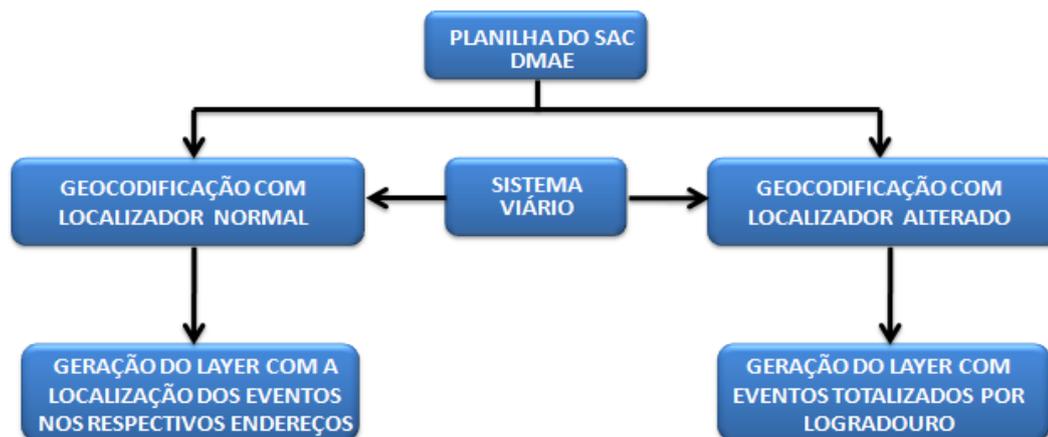


Figura 79 - Geração de produtos com o uso da geocodificação

O processo de criação do localizador de endereços pode ser realizado de duas formas no ArcGIS 9.3: pela interface do ArcMap ou pelo ArcCatalog. Por dispor de mais opções para configurações, foi escolhida a interface do ArcCatalog para a criação do Localizador da área do trabalho (Localizador_Vila_safira), como visto na Figura 80.

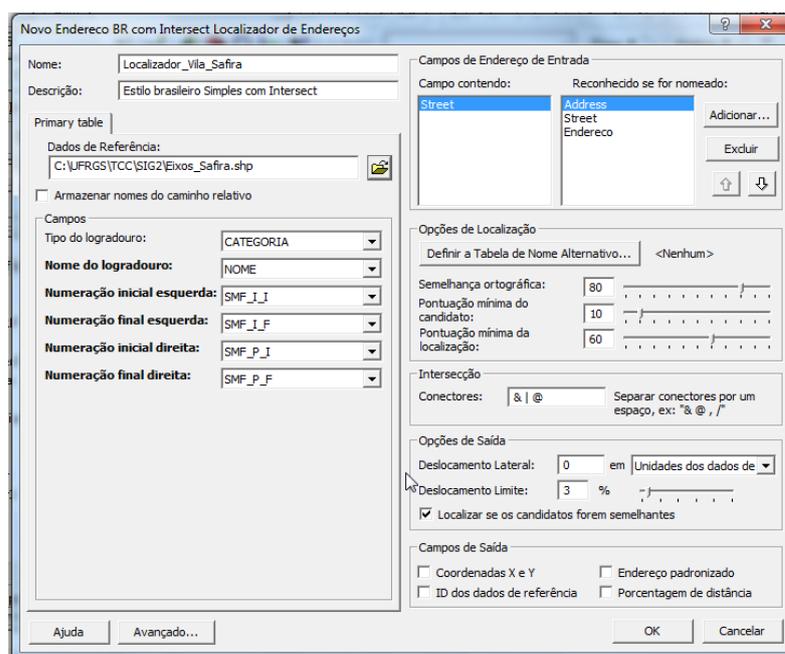


Figura 80 - Criação do localizador de endereços brasileiros simples

Para testar a eficiência do processo de geocodificação de endereços com este localizador, foi elaborada uma planilha abrangendo todos os logradouros da área de estudo. Primeiramente, foi criada uma planilha a partir do próprio banco de dados do tema de referência, a tabela de atributos do *layer* Eixos_Safira.dbf, O arquivo de dados alfanuméricos formato database foi aberto no aplicativo MS Excel e criada uma cópia no formato do aplicativo Excel. Foram preservadas somente as colunas “CATEGORIA” “PREPOSICAO” e “NOME”, e criada uma nova coluna, esta preenchida com o número 21. Estes três campos foram posteriormente concatenados em um único campo, a este novo campo foi dado o nome de “ENDERECO”. Com este procedimento foi criada uma planilha (banco de dados) com todos os 49 logradouros da área de estudo, e isento de erros de preenchimento.

Em seqüência, foi criado um localizador de endereços via interface do ArcCatalog, o qual foi chamado de “Localizador_Vila_Safira” utilizando o “Estilo brasileiro Simples com Intersect”.

Para a realização do processo de geocodificação no ArcGIS existem duas interfaces: via Toolbox, e a que foi usada no teste, utilizando a interface do ArcMap. Escolhida por ter ser a de mais rápido acesso na interface de trabalho, conforme pode ser observado na Figura 81.

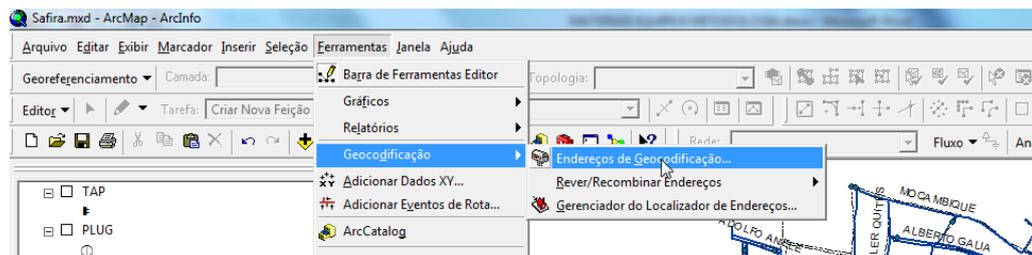


Figura 81 - Teste de Geocodificação via ArcMap

O resultado obtido no teste foi de apenas 51% de acertos, índice baixo para se considerar este processo automatizado confiável para a geocodificação. Quando é concluída a operação, o software gera um novo tema com os pontos localizados, o resultado desta etapa do teste pode ser visto na Figura 82.

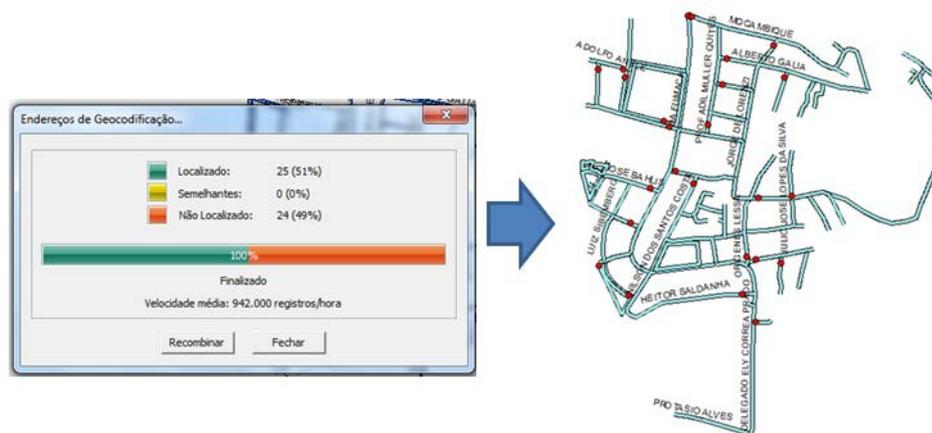


Figura 82 - Resultado da geocodificação com os parâmetros originais

Considerando-se que a tabela de logradouros pesquisada era cópia da tabela de atributos do *layer* de eixos da área de estudo, o baixo índice de acertos não poderia ser causado por erros grosseiros de preenchimento nos nomes dos logradouros, algo plausível em um processo normal.

Uma análise arquivos instalados que fazem parte do pacote "Padrão Estilo Brasileiro com Intersect" mostrou que a causa principal estava na forma como os campos de endereços eram desmembrados e posteriormente interpretados.

A interpretação das abreviaturas, títulos, preposições e classificações eram discordantes da forma utilizada na geração dos atributos dos eixos, isto fazia com que ocorressem os erros de pesquisa.

O logradouro principal da Vila Safira é Avenida Delegado Ely Correa Prado, na tabela de teste é procurado por "av Delegado Ely Correa Prado 21", a resposta original é que o logradouro não é encontrado. Analisando a regra contida no arquivo "br93_v1.cls", que realiza a padronização via interpretação dos campos dos endereços, interpretou a palavra DELEGADO como um título, e transformou-a na sigla DEL, assim, a pesquisa foi pelo logradouro "AVENIDA **DEL** ELY CORREA PRADO", a qual não existe na tabela de atributos da rede viária da área.

Outros procedimentos que não eram adequados ao padrão utilizado na área de estudos, foram alterados no arquivo "br93_v1.cls" com o uso de um processador de textos simples (aplicativo MS Bloco de notas) e salvos no arquivo com o nome original.

O resultado foi uma sensível melhora, passou-se de 51% para 80% de endereços encontrados, como pode ser visto na Figura 93.

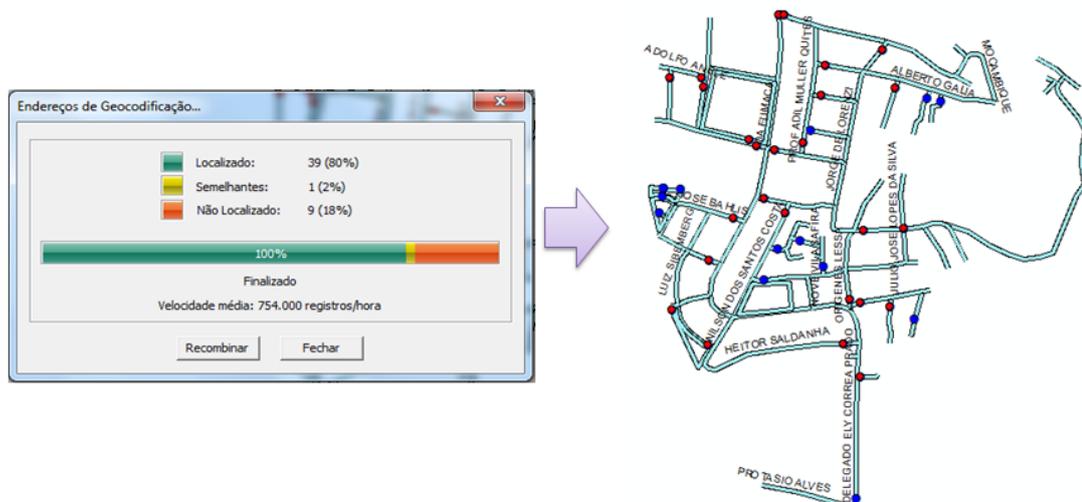


Figura 83 - Resultado da geocodificação com os parâmetros alterados

Uma nova análise nos 20% de endereços não localizados, mostrou que isto ocorria em função dos nomes dos logradouros não encontrados serem nomes compostos por dois nomes de logradouros em seqüência, e acompanhados de seus respectivos tipos de logradouro. Por exemplo, “Beco Um Rua Moçambique 21”, na tabela constando como “BC Um Rua Moçambique 21”, em um arranjo destes, o Estilo BR não encontra o tipo de Logradouro, falhando a busca. A Figura 84 mostra o relatório dos logradouros não encontrados pelo processo automático de geocodificação.

	A	B	C	
1	ADDR_ST	ADDR_SN	ADDR_HN	ENDERECO
2				DIR TRES MIL CENTO QUARENTA DOIS 21
3				DIR DOIS MIL NOVEC CINQUENTA QUATRO 21
15				BC DOIS RUA MOCAMBIQUE 21
29				BC UM RUA MOCAMBIQUE 21
35				PCA A VILA SAFIRA 21
36				PCA D VILA SAFIRA 21
39				R R VILA SAFIRA 21
41				PSG A P VILA SAFIRA 21
42				BC UM RUA CEL PM HERMANO WOLF 21

Figura 84 - Logradouros não encontrados

Para resolver este tipo de conflito, o módulo de geocodificação dispõe de um modo semi-automático para a continuação de pesquisa, ele invoca a assistência manual do usuário questionando um a um dos endereços não localizados. Aplicando este processo é possível atingir-se 100% de endereços resolvidos.

Ao concluir o processo de geocodificação obteve-se um “layer” contendo a localização espacial dos eventos, dos quais existiam anteriormente apenas os endereços nos logradouros.

Do relatório de eventos do SAC do DMAE, foi obtida uma planilha com os registros cadastrados para a área de estudo entre janeiro e maio de 2011, os quais somaram 191 registros. A Figura 85 mostra um segmento desta planilha.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Reclamante	Nº	Endereço	Serv.Executado	Local	Data Conc	Hora Rec	Rec Distrital	Status
2	Carmem	60	R MISSIONEIROS,60	EXAME	RAMAL	04/01/2011	14:50:04	NORTE2	Concluído
3	Lindomar	276	R REGINA DE ARAUJO ROCHA,276	PASSAGEM	RAMAL	04/01/2011	20:39:04	NORTE2	Concluído
4	Adriano	25	R JUSTINO MARTINS,25	CONSERTO	RAMAL	05/01/2011	14:56:05	NORTE2	Concluído
5	DINA NORTE II	36	R DOIS MIL NOVECIENTOS QUARENTA SEIS,36	EXAME	RAMAL	06/01/2011	13:30:51	NORTE1	Concluído
6	Ive	225	R CEL PM HERMANO WOLF,225	SONDAGEM	DISTRIBUIDOR GERAL	08/01/2011	09:14:57	NORTE2	Concluído
7	Roselaine	119	R JUSTINO MARTINS,119	CORTE	RAMAL	09/01/2011	18:39:46	NORTE2	Concluído
8	DINA NORTE II	1365	AV DELEGADO ELY CORREA PRADO,1365	SONDAGEM	DISTRIBUIDOR GERAL	09/01/2011	15:56:33	NORTE2	Concluído
9	Dina	225	R CEL PM HERMANO WOLF,225	CONSERTO	RAMAL	09/01/2011	14:49:38	NORTE2	Concluído

Figura 85 - Segmento da tabela de eventos do SAC DMAE

Com a planilha de eventos e o localizador de endereços criado e testado anteriormente, foi possível geocodificar com eficiência de 86% os endereços (Figura 86). Mesmo com o uso da geocodificação assistida 21 eventos não puderam ser tratados, pois os logradouros citados na tabela do SAC não existiam no banco de dados do eixo de ruas da área.

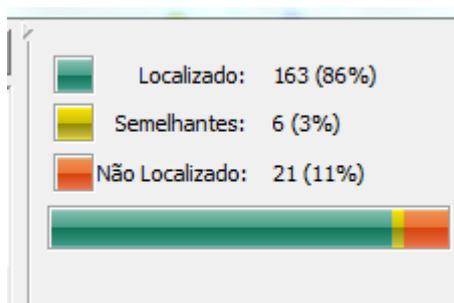


Figura 86 - Relatório de geocodificação de eventos do SAC

Seis eventos foram tratados pela geocodificação, mas não tiveram suas localizações exatas nos respectivos logradouros, foram classificados como “semelhantes”, ficando estes registrados pelo SIG próximo do fim dos logradouros. A análise destes casos mostrou que eles ocorreram devido ao número do logradouro constante na tabela do SAC estar acima do maior número registrado pelo banco de dados do eixo de ruas da área para aquele logradouro, impossibilitando de ser feita a interpolação.

No layer obtido pelo processo, cada ponto marcado fornece a informação de um ou mais eventos ocorridos naquele endereço, obtendo-se assim, a acumulação de eventos por endereço ou coordenadas, como mostrado na Figura 87.

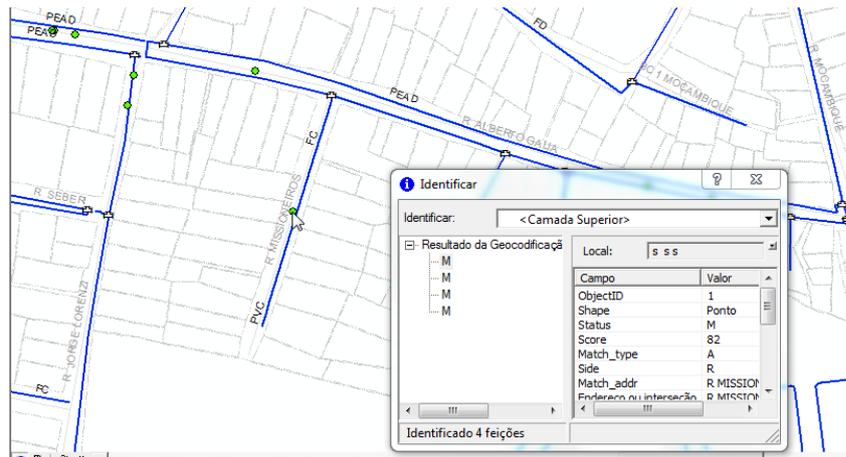


Figura 87 - Localização de quatro eventos na Rua Missioneiros 60

Com a aplicação das Ferramentas de Estatísticas Espaciais existente do ArcToolBox, pode-se realizar a coleta de eventos por endereço, e gerar-se um layer onde a frequência dos eventos por endereço pode ser representada de forma mais clara, pois na simbologia utilizada o tamanho do símbolo é proporcional a frequência calculada, como pode ser visto na Figura 88.

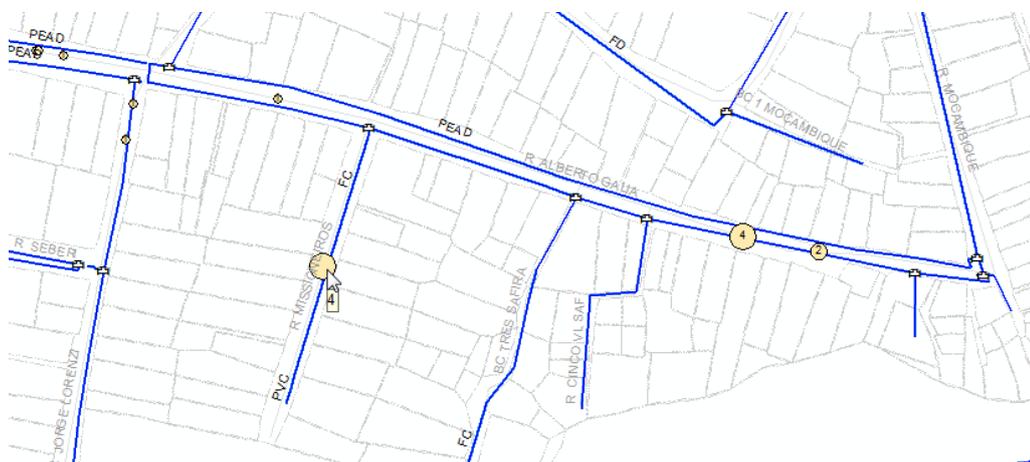


Figura 88 - Representação da frequência de eventos por endereço

A próxima ferramenta desejada para o estudo com o uso do SIG deveria informar a quantidade total de eventos ocorridos por logradouro, não mais por endereço de cliente, podendo subsidiar decisões quanto a intervenções a serem posteriormente executadas na rede, tais como substituições de tubulações, dependendo das ocorrências registradas.

O objetivo era obter-se o somatório dos eventos localizados em um único ponto do logradouro. Vários métodos foram testados, mas a metodologia utilizada foi aquela que fez o melhor uso do SIG, gastando o menor número de passos e recursos do sistema.

Foi gerado um novo localizador de endereços, utilizando o mesmo “Padrão Estilo Brasileiro com Intersect”, inclusive com as alterações introduzidas nas regras de nomenclaturas, a única alteração realizada foi na escolha dos campos de numeração das quadras.

No processo de criação do localizador de endereços foi necessário informar em quais campos do banco de dados do eixo de logradouros podem ser encontradas as informações de início e fim das numerações pares e ímpares de cada quadra que compõe a rua, pois esta informação é básica para o processo de interpolação.

O localizador especial de endereços foi criado para induzir o processo de interpolação do sistema à informar sempre um único ponto no logradouro, não importando o número da rua colocado no campo do endereço. Para realizar tal tarefa os quatro campos do localizador de Endereços deveriam ser preenchidos com um mesmo valor, fazendo com que o processo de interpolação fosse anulado. Neste trabalho foi utilizado o campo que traz o CEP do logradouro, pois este sempre existirá e, salvo raras exceções, será invariante para todo o logradouro. Outros campos foram testados com igual eficiência. As propriedades dos localizadores estão mostradas na Figura 89.

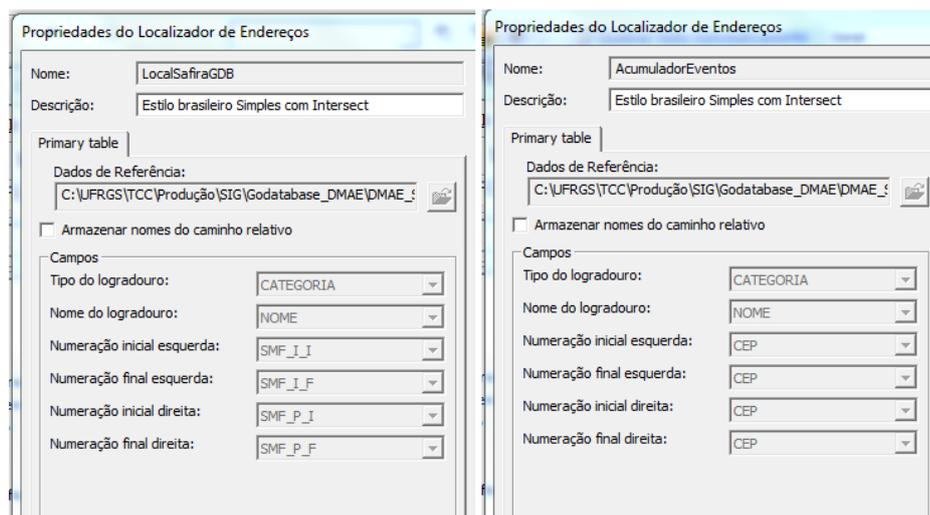


Figura 89 - Propriedades do localizador de endereços: na direita o Localizador normal, à esquerda o especial para acumulação.

5.5.5 Produtos e consultas do SIG para subsídios na gestão da manutenção de redes de água do DMAE

Os produtos, as consultas no SIG, obtidos podem ser visualizados na interface do ArcMap, tendo-se como temas fixos a rede de distribuição de água e o eixos das ruas,

variando-se somente o Localizador utilizado. Os layers obtidos com isto podem ser observados, e verificados diretamente os logradouros ou endereços mais afetados, assim como as características das redes (material, vida útil, componentes) nos pontos com maior ocorrência de eventos de forma rápida e objetiva. Na Figura 90 há um segmento de tela de análise onde os eventos estão acumulados por endereço de registro.

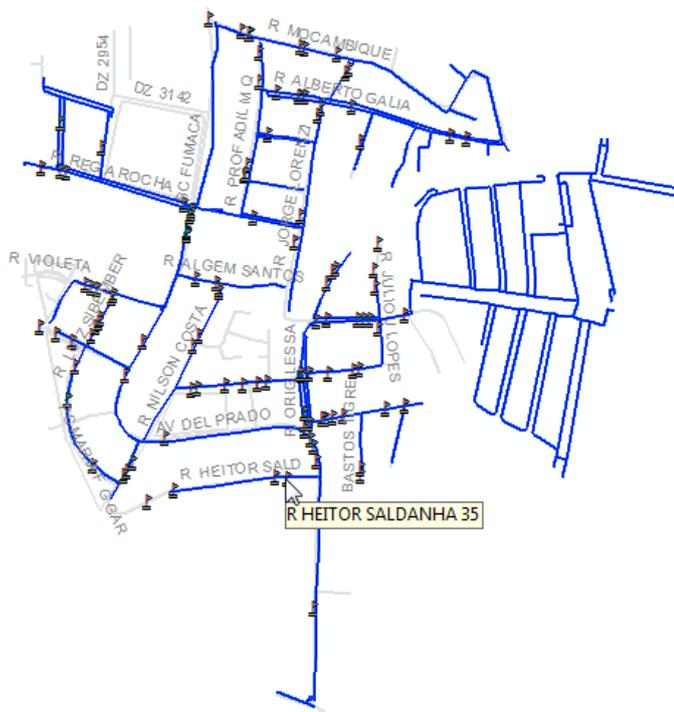


Figura 90 - Eventos localizados por endereço

Este tipo de produto demandaria, através de uma análise posterior do tipo de ocorrências registrada, na rede de água, um estudo para intervenção nas redes onde houvesse maior número de registros subsidiando e comprovando essa necessidade.

A pesquisa anterior mostra os endereços com ocorrências registradas, mas visualmente não há como saber se em um dado endereço houve mais de uma ocorrência no período da pesquisa. Clicando com a opção de "Identificar" do ArcGIS sobre o ícone de um endereço, a quantidade e os dados das ocorrências são visualizados, como pode ser visto na Figura 91.

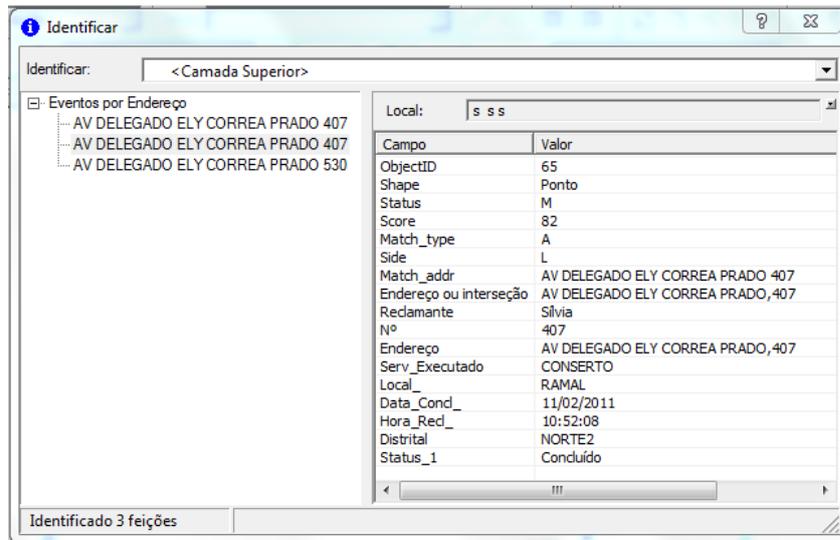


Figura 91 - Detalhes das ocorrências por endereço

Outra pesquisa possível de ser feita foi a verificação das ocorrências por endereço, com a rede segmentada por três faixas de idade: em vermelho a rede que tem mais de 26 anos (redes velhas), em laranja a rede cujos componentes tem entre 16 e 25 anos (redes com idade intermediária) e em verde, a rede com até 15 anos (redes novas). Observa-se claramente na Figura 92 que as ocorrências foram em maior quantidade na parte mais antiga da rede o que poderá demandar uma substituição de redes no local.

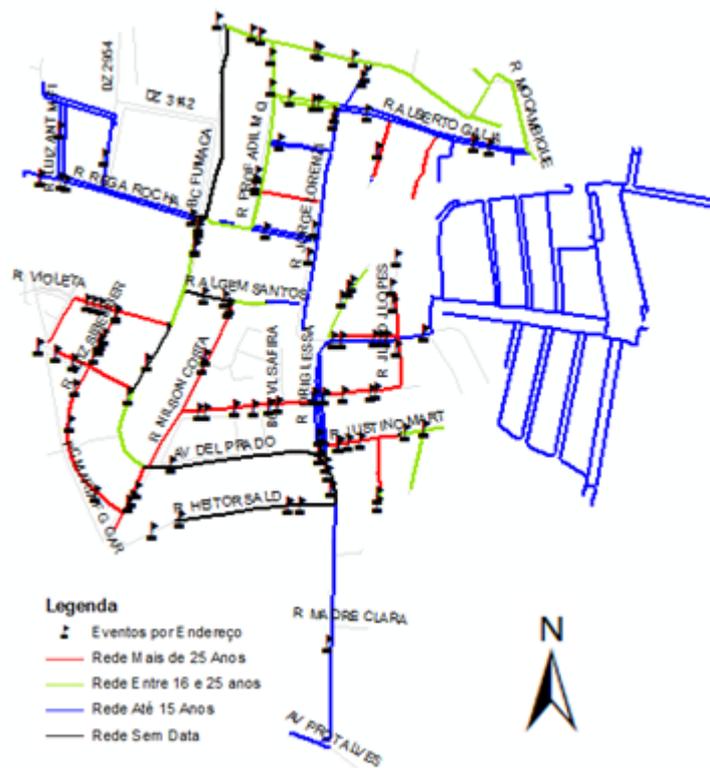


Figura 92 - Eventos por endereço sobre a rede por Idade

A relação existente entre o logradouro e a qualidade da rede nele instalada pode ser obtida no *layer* onde estão os somatórios de eventos por logradouro, a simbologia utilizada indica a quantidade total de eventos, facilitando a identificação das áreas mais problemáticas, conforme pode ser visto na Figura 93.

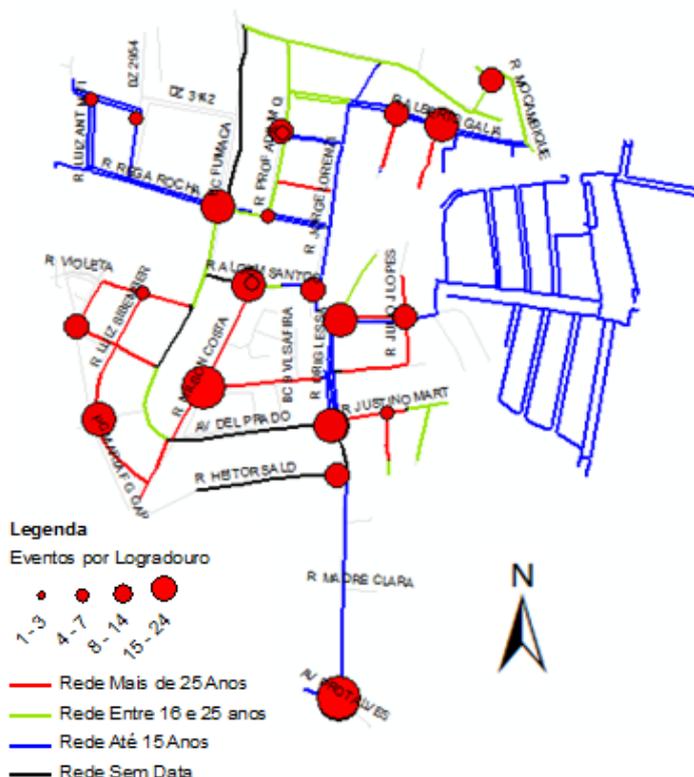


Figura 93 - Eventos por logradouro e a Idade da rede

Nas figuras 92 e 93 pode ser observado que há uma região á direita, onde não aparecem registros de eventos. É uma região de urbanização recente, mas já com rede de distribuição de água instalada. Por este loteamento não ter seu processo de cadastramento sido devidamente concluído junto ao DEMHAB, não constam seus logradouros no shapefile oficial de eixos da região, eles não têm nomes, conseqüentemente suas quadras também não estão cadastradas no banco de dados de atributos.

Com a falta da feição, assim como dos dados alfanuméricos, não houve como o SIG realizar a geocodificação dos eventos nesta área. Esta região é responsável pelos 21 eventos (11%) que não tiveram sucesso no processo.

A qualidade obtida no processo de geocodificação é totalmente dependente das informações alfanuméricas inseridas nos atributos do *shapefile*, assim, erros de cadastramento das quadras levam diretamente a erros na geocodificação. Este tipo de erro

5.5.6 Avaliação da acuracidade

Considerando-se o processo utilizado pelo DMAE para a geração dos *shapefiles* a partir dos mapas cadastrais digitalizados em formato CAD, informações que são oriundas dos levantamentos topográficos executados nas obras de construção de rede, tem-se a ocorrência de erros sistemáticos e grosseiros que comprometem a acurácia do produto final,

Por outro lado, os trabalhos executados no município de Porto Alegre para a geração dos sete parâmetros necessários à conversão entre os *Datum* utilizando o modelo matemático Transformação de Similaridade, não conseguiram atingir o objetivo com a necessária precisão, como pode ser observado em SALOMONI e SOUZA, 2006, quando é analisado o trabalho realizado pela 1ª DL em 2001 e por eles mesmos em 2006. Os parâmetros existentes são suficientes somente para escalas menores que 1:15.000.

Por os motivos acima não foi possível realizar aferição rigorosa qualidade posicional das coordenadas obtidas.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O trabalho teve caráter de projeto considerando o usuário (DMAE) como um cliente com uma demanda para ser solucionada. Dessa forma necessitou-se fazer um diagnóstico da situação tomando como base as informações obtidas e as limitações para realização dos objetivos. Foi feita a análise da situação atual no contexto de recursos materiais (equipamentos, hardware, software) e humanos (conhecimentos, habilidades e atitudes).

Para desenvolver as aplicações propostas foi escolhida uma área de estudo que representasse a situação real na sua totalidade, apresentando desafios inerentes a manutenção da rede de adução e distribuição de água. O setor Vila Safira mostrou-se uma área com grande diversidade de urbanização (regular e irregular), clientes do DMAE (nível sócio-econômico), características das redes de água (material, diâmetro, idade, traçado) configurando-se um ambiente adequado para estudo da viabilidade das soluções propostas.

Sob o ponto de vista do cliente DMAE foi possível realizar todos os objetivos estabelecidos originalmente para este trabalho, visto que:

- Foi realizada a revisão e atualização do cadastro da rede de água da área de estudo;
- Foram delimitados o setor de abastecimento e as zonas de manobra das válvulas e registros;
- Foi criado um banco de dados georreferenciado da rede do setor Vila Safira possibilitando a criação de ferramentas em SIG visando o auxílio à manutenção da rede.

Dentre os objetivos de qualquer trabalho cartográfico está a aferição da qualidade dos produtos obtidos normalmente realizada através de testes estatísticos característicos dos métodos cartográficos (PEC). Essa análise cartográfica rigorosa nas informações posicionais contidas no cadastro não foi possível de ser realizada dado que não se dispunha dos recursos necessários para levantamentos em redes subterrâneas não permitindo a execução de aferições de qualidade posicional dos itens, exceto os elementos visíveis (registros, válvulas e hidrantes). Mesmo os elementos visíveis, por encontrarem-se referidos a uma base cartográfica criada de forma não rigorosa (coordenadas não foram verificadas quanto à precisão), não ofereceram dados necessários para sua aferição.

Considerando-se o atual estágio técnico em que se encontra a área de manutenção no, que concerne ao uso de recursos de geotecnologias já disponíveis no departamento, recomenda-se que seja fomentada uma política de aproveitamento da mão de obra especializada na manutenção de redes também na utilização das geotecnologias para apropriação do conhecimento pelo corpo técnico. Esse estímulo tende a criar um vínculo

entre o corpo técnico e a tecnologia propiciando a atualização do cadastro técnico de modo constante.

Essas ações possibilitariam aproveitamento racional dos recursos públicos já investidos em equipamentos e recursos humanos assim como propiciaria uma melhoria na qualidade e agilidade do serviço prestado e, conseqüentemente uma economia significativa dos recursos hídricos tão escassos.

Diante do que foi verificado e executado recomenda-se que:

- As normas do Caderno de Encargos que dizem respeito à cartografia sejam revisadas, no que concernem as Projeções e *Datum* recomendados, visto que o SCM está em processo de atualização nos demais órgãos da PMPA;
- Após atualização das normas elas sejam efetivamente colocadas em prática podendo propiciar uma melhoria no cadastro técnico e no banco de dados;
- O DMAE adote o padrão de precisão solicitado pelos seus usuários para realização do cadastro dos componentes das redes de água;
- Em eventos tais como obras, substituições, interferências na rede, que promovam a exposição da rede subterrânea, haja a coleta das coordenadas do novo SCM;
- O uso efetivo dos equipamentos receptores GNSS nos levantamentos topográficos dos levantamentos;
- A manutenção do atual sistema de amarrações de elementos de rede às referências locais, fazendo constar, sempre que levantadas, as coordenadas obtidas por levantamentos;
- Futuramente seja realizado um estudo analisando a qualidade das coordenadas referentes aos itens de redes no *Datum* atual antes da migração para o novo sistema geodésico pelo município;
- Pontos onde não seja possível o uso de levantamento por GNSS se utilize os procedimentos constantes nas normas NBR 13.133 e NBR 14.166;
- Em regiões onde redes novas venham a ser instaladas, onde ainda não existem pontos estáveis (imóveis, alinhamentos, testadas, etc.) para localização e amarração das redes, que sejam georreferenciados os elementos principais da mesma, para propiciar a elaboração futura da planta cadastral.
- A aquisição de equipamentos receptores GNSS com tecnologias mais avançadas que possibilitariam aumento na produtividade da coleta de dados e incremento na sua precisão (por exemplo: RTK);
- Seja realizado um estudo para verificação da viabilidade da disponibilidade de ferramentas de SIG de natureza semelhante às utilizadas deste trabalho na base de dados centralizada do DMAE com acessibilidade via WEB;

- Aplicação de ferramentas móveis que propiciem atualização em tempo real do cadastro técnico;
- Seja criada uma base de dados contendo as manutenções realizadas na rede de água nos últimos anos georreferenciada para utilização no SIG.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEM SOB°, P.; ZAMBON, R. C. Introdução e Concepção de Sistemas de Abastecimento de água. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://200.144.189.36/perd/LeArq.aspx?id_arq=4597. Acesso em: 16 dez. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12211/92**: Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12218/94**: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12586/92**: Cadastro do sistema de abastecimento de água. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13133/94**: Execução de levantamento topográfico. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14166/98**: Rede de referência cadastral municipal - Procedimentos. Rio de Janeiro, 1998.

BARROS FILHO, M. B. B., SÁ, L. A. de; GOMES, H. P. Utilização de SIG no monitoramento de avarias em redes de abastecimento de água. **IV SEREA – Seminário Hispano Brasileiro sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água**. João Pessoa. Dezembro 2004.

BURROUGH, P. A.; MCDONNELL, R. **Principles of Geographical Information Systems: Spatial Information Systems and Geostatistic**. Oxford University Press, Oxford, 1998.

CÂMARA, G.; CASA NOVA, M.A.; DAVIS JR., C.; VINHAS, L.; QUEIROZ, G. **Bancos de Dados Geográficos**. Editora MundoGEO. Curitiba, 2005.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, C. B.; CASA NOVA, M.A.; HEMERLY, A., MAGALHÃES, G. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. Escola de Computação SBC. Universidade de Campinas. Campinas, 1996.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. **Geoprocessamento para Projetos Ambientais** . Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 1998. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis_ambiente>. Acesso em: 01 mai. 2011.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; MEDEIROS, J. S. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais .São José dos Campos, 2004.

CAMARGO, M. U. C. **Os sistemas de informações geográficas (S.I.G.) como instrumentos de gestão em saneamento**. Associação Brasileira de Saneamento. Rio de Janeiro, 1997.

CARDINAL TUBOS E CONEXÕES. **Produtos**. Disponível em: <<http://www.cardinaltubos.com.br> > Acesso em 13 jul. 2011.

CELESTINO, V.; ROCHA, R. S. Comissão da Carta Geral do Brasil: a Comissão de Levantamentos que se tornou Divisão do Exército e o Sistema Geodésico. **Mundo Geo - Geoinformação para todos**, Curitiba, p. 1 - 1, 01 jan. 2007.

CENTRO DE INFORMAÇÃO METAL MECÂNICA. **Definição de Estação Pitométrica**. Disponível em: <<http://www.cimm.com.br/portal/verbetes/exibir/266-estao-pitomtrica>>. Acesso em: 13 jul. 2011.

CISNEROS, L. F. V.; WALTER, F.. Receptor GPS por Software. In: **IX ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS GRADUAÇÃO DO ITA**, 2003, São José dos Campos, 2003.

COMPANHIA DE PROCESSAMENTO DE DADOS DO MUNICÍPIO DE PORTO ALEGRE. <http://Geopmpa\GEOPMPA\DMAE\AGUA\RASTER\CROQUIS_AGUA>. Acesso em 23 mai. 2011.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Decreto Lei Nº 89.817/1984**. Casa Civil. Brasília DF, 1984.

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS. **Manual de Gestão vs. MG001/14**. Porto Alegre, 2010. Disponível em: <http://lintranet.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dmae-intranet/usu_doc/mg001_14_2010-11-30_manual_de_gestaoprot.pdf>. Acesso em 13 mai. 2011.

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS. **NP001**: Levantamentos Topográficos – Revisão 01. Porto Alegre, Junho 2008.

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS. **NP005**: Graficação de projetos – Revisão 02. Porto Alegre, Outubro 2008.

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS. **NS007**: Locação e sondagem para redes de água e esgoto. Porto Alegre, Junho 2008.

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS. **NS022**: Cadastramento de redes de água – Revisão05. Porto Alegre, Junho 2009.

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS. **PG013**: Procedimento para elaboração e fiscalização de projetos da Divisão de Planejamento – Revisão 5. Porto Alegre, Maio 2011. Disponível em: <http://intranet.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dmae-intranet/usu_doc/pg013_05_2011-05-05.pdf>. Acesso em 13 mai. 2011.

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS. **PG014**: Procedimento de fiscalização de obras – Revisão 6. Porto Alegre, Novembro 2010. Disponível em: http://intranet.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dmae-intranet/usu_doc/pg014_06_2010-11-30_procedimentos_de_fiscalizacao_de_obras_protegido.pdf. Acesso em 13 mai. 2011.

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS. **Plano Diretor de Água e Esgotos de Porto Alegre/2010. ed. 01**. Porto Alegre, 2010. Disponível em <http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dmae/usu_doc/pdae2010_versao_resumida.pdf>. Acesso em 14 jun. 2011.

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS. **Relatório de Responsabilidade Social/2008**. Porto Alegre, 2008.

DORCA, C.C.; LUZIVOTTO JR, E.; ANDRADE, J. **Aspectos da implantação de um SIG em pequenos e médios abastecimentos de água**. Universidade Federal de Campinas. Campinas, 2005. Disponível em: <http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serea/trabalhos/A06_19.pdf>. Acesso em 10 jun. 2011.

ENOPS ENGENHARIA. **Serviços**. Disponível em:

<<http://www.enops.com.br/site/index.php>>. Acesso em 13 jul. 2011.

EQUIPE DE PITOMETRIA DVA. **Dados do Distrito Pitométrico Vila Safira**. e

abastecimento da Vila Safira. Departamento Municipal de Água e Esgotos. Porto Alegre, 2007.

ESPARTEL, L.; LUDERITZ, J. **Caderneta de Campo**. Ed. Globo. ed.10. Rio de Janeiro, 1977.

ESRI. **ESRI Training and Education**. Disponível em:

<http://training.esri.com/campus/library/index.cfm>>. Acesso em: 17 abr. 2007.

FERREIRA, C. D. **Análise da Aplicação dos Sistemas de Informações Geográficas como Instrumento de Gestão dos Sistemas de Abastecimento de Água**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Campinas. Campinas, 2005.

GEMAEL, C., **Introdução ao Ajustamento de Observações: Aplicações Geodésicas**. Ed. da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1994.

ESRI. **Geocoding in ArcGIS**. Disponível em: <<http://www.ESRI.com>>. Acesso em: 01 jun. 2011.

GOOGLE EARTH. **Imagem** consulta a Av. Del. Ely Correa Prado, Porto Alegre. Digital Globe; Map Link/Tele Atlas; Inav/Geosistemas SRL. 18 dez. 2002. Acesso em 13 jul. 2011.

GOOGLE EARTH. **Imagem** consulta a Av. Del. Ely Correa Prado, Porto Alegre. Map Link/Tele Atlas; Inav/Geosistemas SRL. 07 jan. 2009. Acesso em 13 jul. 2011.

LEIVAN BLOG. GPS, GLONASS e GALILEO. Disponível em:

<[http://leivan.wordpress.com/2007/09/21/gps-](http://leivan.wordpress.com/2007/09/21/gps-galileoglonass/)

[galileoglonass/http://www.optech.ca/i3dhome.htm](http://www.optech.ca/i3dhome.htm)>- Acesso em: 28 set. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Disponível em:

<<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/rbmc/rbmc.shtm?c=7>>. Acesso em: 14 jul. 2011.

LOGIT MERCOSUL CONSULTORIA LTDA. **Digitalização do Cadastro da Rede de Adução e Distribuição de Água do DMAE e Alinhamento da Base de Logradouros 1:15.000 com a Base 1:1000**. Porto Alegre. Abril, 2004.

LOGIT MERCOSUL CONSULTORIA LTDA. **Plano de Trabalho Digitalização e Compatibilização do Cadastro da Rede de Adução e Distribuição de Água do Departamento Municipal de Água e Esgotos do Município de Porto Alegre**. Versão preliminar. Janeiro, 2004.

LOGIT MERCOSUL CONSULTORIA LTDA. **Relatório de Realinhamento de Processos da Digitalização e Compatibilização do Cadastro da Rede de Adução e Distribuição de Água do Departamento Municipal de Água e Esgotos do Município de Porto Alegre**. Porto Alegre. Dezembro, 2004

MARQUES, C.V. **Estudo Comparativo entre os Sistemas de Posicionamento Global GPS, GLONASS e GALILEU**. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2005. Disponível em: <<http://mtc-m18.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/>>. Acesso em 01 mai. 2011.

MONICO, F.C.. **Posicionamento pelo GNSS: descrição, fundamentos e aplicações 02 ed.** Editora UNESP. São Paulo, 2008.

MONICO, J.F.G.; DAL POZ, P.A; GALO, M.; SANTOS, C.M.; OLIVEIRA, C.L., 2009, Acurácia e Precisão: Revendo os conceitos de forma acurada. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. **15**, no **3**. Curitiba, 2009. Disponível em <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/bcg/article/view/15513>>. Acesso em: 10 jul. 2011.

OLIVEIRA, A. L. S. Sistema de informações geográficas para zoneamento altimétrico dos lotes em relação ao plano específico da zona de proteção dos aeródromos. **VI Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas**. Curitiba, 2009.

OURIQUE, Claudio Marques. **Aplicação das tecnologias de geoprocessamento na elaboração dos processos de informação relativos às redes de água e esgotos na Bacia do Arroio Dilúvio.**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1997.

PAREDES, E. A. **Sistema de informação geográfica SIG: (geoprocessamento): princípios e aplicações** . Ed. Érica, São Paulo, 1994.

PICCOLLI, A. P.; BOTTINE, S. G. A cartografia no município de Porto Alegre. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 39, p. 14. Rio de Janeiro, 1986.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento : tecnologia transdisciplinar**. Ed. Do Autor. Juiz de Fora, 2000.

ROCHA, R. S. ; IESCHECK, A. ; CELESTINO, V. História da Cartografia no Rio Grande do Sul. In: Sérgio Florêncio de Souza; Marcelo Tomio Matsuoka. (Org.). **Série em Geomática V.02**. 02 ed. Porto Alegre, 2008. p. 11-21.

ROCHA, R. S. Algumas Considerações sobre as projeções Cartográficas utilizadas no Brasil para Mapeamento em Grandes Escalas. **COBRAC 1998**. Congresso Brasileiro de Cadastro Multifinalitário, Florianópolis, 1998. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/397086/023>>. Acesso em 25 abr. 2011.

ROCHA, R. S. **Exatidão Cartográfica para as cartas digitais urbanas**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.

SALOMONI, C. S.; SOUZA, S. F. Determinação de parâmetros de transformação entre os data carta geral (CG) e South American *Datum* 1969 (SAD69) para a região de Porto Alegre/RS. **Anais do 7º COBRAC - Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário** . Florianópolis, 2006.

SCHEFER JR, J. G. *et al.* **Análise de métodos de endereçamento em ambiente de geoprocessamento**. Trabalho de Curso de Graduação em Engenharia Cartográfica. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1999.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO MUNICIPAL. **Bairros Oficiais - Informações por bairro – Mário Quintana**. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Disponível em: <http://www2.portoalegre.rs.gov.br/spm/default.php?reg=44&p_secao=131>. Acesso em: 20 jun. 2011.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO MUNICIPAL. **Serviços – Referências Geodésicas – Bairro Mário Quintana**. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Disponível em: <http://www2.portoalegre.rs.gov.br/spm/default.php?p_secao=143>. Acesso em 20 jun. 2011.

SIQUEIRA, J. **Ferramentas de Criatividade – Brainstorming** . Siqueira Consultoria. Rio de Janeiro. Disponível em <<http://criatividadeaplicada.com/>>. Acesso em: 05 abr. 2011.

SIQUEIRA, J. **Ferramentas de Criatividade – Mapa mental (Mind Map)**. Siqueira Consultoria. Rio de Janeiro. Disponível em <<http://criatividadeaplicada.com/>>. Acesso em: 05 abr. 2011.

ZOGG, J. M. **GPS: Essentials of Satellite Navigation**. 2007. Disponível em: <http://www.zogg-jm.ch/Dateien/GPS_Compedium%28GPS-X-02007%29.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2011.

ANEXOS

ANEXO 1 - RELATÓRIO DO PROCESSAMENTO GNSS DOS GEOPINOS MEDIDOS PELO CONVÊNIO UFRGS

Processed Vectors										
Vila_Safira_DMAE										
Vector Stage:		Processed			Date:		07/14/11			
Horizontal Coordinate System:					Univ. Transverse Merc. (S		Project file: Vila_Safira_DMAE.spr			
Height System:					Ellips. Ht.					
Desired Horizontal Accuracy:					0,130m + 1ppm					
Desired Vertical Accuracy:					0,300m + 2ppm					
Confidence Level:					95% Err.					
Linear Units of Measure:					Meters					
<u>Vector Identifier</u>	<u>Vector</u>	<u>95%</u>	<u>Vector</u>	<u>95%</u>	<u>Process</u>	<u>QA</u>	<u>SVs</u>	<u>PDOP</u>	<u>Meas. Type</u>	
1	VS03-VS02	6/30 18:09	3,912	0,004	X	2,758	0,001	9	1,7	L1 GPS
			Y	0,234	0,002					
			Z	2,764	0,003					
2	VS06-VS07	7/01 17:39	0,945	0,004	X	-0,101	0,001	8	1,6	L1 GPS
			Y	0,389	0,002					
			Z	-0,855	0,003					
3	VS04-VS05	6/30 19:20	116,141	0,008	X	34,779	0,003	8	1,6	L1 GPS
			Y	-44,730	0,004					
			Z	101,382	0,006					
4	VS10-VS11	7/03 19:21	5,956	0,021	X	2,969	0,008	7	2,1	L1 GPS
			Y	-0,876	0,010					
			Z	5,088	0,017					
5	VS09-VS08	7/03 18:18	78,230	0,010	X	23,876	0,004	9	1,7	L1 GPS
			Y	-33,705	0,005					
			Z	66,436	0,008					
6	POAL-5584	6/29 19:28	4619,593	0,025	X	2394,250	0,012	7	1,9	L1 GPS
			Y	-922,962	0,016					
			Z	3841,399	0,015					
7	POAL-VS01	6/29 19:38	4622,478	0,042	X	2401,705	0,015	5	3,7	L1 GPS
			Y	-917,062	0,033					
			Z	3841,628	0,021					
8	POAL-VS02	6/30 18:09	4442,769	0,022	X	2288,501	0,011	8	1,7	L1 GPS
			Y	-899,892	0,012					
			Z	3700,156	0,015					
9	POAL-VS04	6/30 19:06	4505,955	0,036	X	2343,879	0,018	9	1,6	L1 GPS
			Y	-892,836	0,021					
			Z	3743,355	0,023					
10	POAL-VS03	6/30 18:09	4439,094	0,022	X	2285,743	0,011	8	1,7	L1 GPS
			Y	-900,127	0,012					
			Z	3697,392	0,015					
11	POAL-VS05	6/30 19:20	4617,260	0,028	X	2378,677	0,014	8	1,6	L1 GPS
			Y	-937,584	0,017					
			Z	3844,726	0,018					
12	POAL-VS06	7/01 17:38	4340,874	0,022	X	2420,045	0,011	8	1,6	L1 GPS
			Y	-657,741	0,012					

	Z	3543,155	0,015					
13	POAL-VS07	7/01 17:39	4340,061	0,023	X	2419,942	0,012	8 1,6 L1 GPS
	Y	-657,350	0,012					
	Z	3542,301	0,015					
14	POAL-VS08	7/03 18:04	4327,405	0,028	X	2419,273	0,014	9 1,7 L1 GPS
	Y	-648,949	0,015					
	Z	3528,798	0,019					
15	POAL-VS10	7/03 19:13	3900,278	0,025	X	2272,989	0,012	7 1,9 L1 GPS
	Y	-481,370	0,015					
	Z	3132,726	0,016					
16	POAL-VS12	7/03 19:58	3910,415	0,123	X	2278,227	0,069	6 2,5 L1 GPS
	Y	-481,830	0,073					
	Z	3141,475	0,071					
17	POAL-VS09	7/03 18:18	4254,924	0,024	X	2395,389	0,011	9 1,7 L1 GPS
	Y	-615,238	0,013					
	Z	3462,364	0,017					
18	POAL-VS11	7/03 19:21	3906,203	0,034	X	2275,931	0,017	7 1,7 L1 GPS
	Y	-482,235	0,020					
	Z	3137,834	0,021					
19	POAL-VS13	7/07 17:24	4216,862	0,029	X	2199,524	0,014	5 3,6 L1 GPS
	Y	-828,381	0,018					
	Z	3501,115	0,018					
20	POAL-5583	7/07 19:50	4547,989	0,021	X	2361,826	0,011	6 2,4 L1 GPS
	Y	-906,310	0,012					
	Z	3779,495	0,013					
21	POAL-VS14	7/07 17:25	4232,762	0,025	X	2212,831	0,013	7 1,7 L1 GPS
	Y	-823,892	0,013					
	Z	3512,956	0,017					
22	POAL-VS15	7/07 18:27	4932,661	0,026	X	2517,200	0,013	8 2,1 L1 GPS
	Y	-1020,759	0,017					
	Z	4117,390	0,016					
23	VS14-VS13	7/07 17:25	18,369	0,005	X	-13,311	0,002	8 1,7 L1 GPS
	Y	-4,487	0,002					
	Z	-11,837	0,004					

**ANEXO 2 – MAPA TEMÁTICO DAS OCORRÊNCIAS GEOCODIFICADAS POR
ENDEREÇO DO SAC 115**

ANEXO 3 – PLANILHA DE OCORRÊNCIAS DO SAC 115