UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS

Curso de Graduação em Engenharia Civil

ROQUE ROGERIO OTTONELLI DALMAS

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
ESTUDO DE CASO: REDENTORA – RS

Ijuí/RS

2012

ROQUE ROGERIO OTTONELLI DALMAS

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
ESTUDO DE CASO: REDENTORA – RS

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Civil apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Giuliano Crauss Daronco

Ijuí/RS

2012

ROQUE ROGERIO OTTONELLI DALMAS

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
ESTUDO DE CASO: REDENTORA – RS

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em sua forma final pelo professor orientador e pelo membro da banca examinadora

Banca examinadora

_____

Prof. Giuliano Crauss Daronco, Me. - Orientador

_____

Prof. Cristina Eliza Pozzobon, Me. Eng.

Ijuí/RS, 05 de Dezembro de 2012

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a uma pessoa que hoje não caminha com os seres vivos, mas voa como um anjo lá no céu. Ao meu amado avô Dari Ottonelli, não existem palavras suficientes para agradecer a sua dedicação, mas fica o meu muito obrigado por tudo o que ele fez por mim. Pela sua fé inabalável deixo aqui a mensagem que está escrita no seu túmulo.

"Sou o caminho, a verdade e a vida, ninguém vem ao Pai, senão por mim" ***(João 14:6).***

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu pai Antonio Romacy Bueno Dalmas e à minha mãe Marli Ottonelli Dalmas, pela força, suporte, incentivo, educação, amor, apoio e carinho recebido durante minha vida toda e ao extra destes últimos cinco anos.

Aos meus irmãos, Dione e Jonas, pela alegria e inspiração que despertam. À minha grande família, pela confiança que sempre depositaram em mim. Amo todos vocês.

A minha noiva, Luana, a quem amo muito. Sua presença foi de enorme importância nesta conquista.

Às minhas duas avós, Begair e Germina, por me proporcionarem muita alegria durante a minha vida toda.

Ao Dolcimar Santin, meu melhor cunhado de Cunha Porã, por me indicar a fazer este curso, devo também a você esta conquista.

Ao meu Orientador e Professor Giuliano Crauss Daronco, por me incentivar na execução do trabalho.

Agradeço as colegas Emmanuelle, Geannina e Geisiele pela ajuda que me proporcionaram na elaboração deste trabalho.

A todos os professores que participaram desta jornada.

Aos funcionários, principalmente ao Luiz, um grande amigo e a todos do curso que, de uma forma ou outra, contribuíram para a esta conquista.

Agradeço aos colegas Thiago, Vinícius, Eduardo, Jonas, Jeovani, Cayto, Leonardo, Emerson, André, Robson, Elias, Wanguer, Monir, Alessandro, Alex, Juliano, Nardeli, Renan, Marlon, Bernardo, Rudimar, Fausto, João, Gustavo, Gracieli, Liliane, Pamela, Tatiane, Candida, Camila, em fim a todos que juntos passamos esses últimos cinco anos. O meu muito obrigado a todos.

RESUMO

A preocupação com a diminuição das perdas de água em sistemas de abastecimento é o grande desafio, neste século, das companhias de saneamento. Essas perdas ocorrem por todo o sistema, com maior frequência nas redes de distribuição. A quantificação dessas perdas é de suma importância para as companhias de saneamento no que diz respeito à eficiência de distribuição de água e a aspectos econômicos. As perdas reais em um setor de abastecimento de água devem-se principalmente a fatores como pressões elevadas, grandes variações de pressões, deficiência de materiais e mão-de-obra empregada. Por isso, este trabalho objetiva analisar e promover métodos para diminuir as perdas reais no sistema de abastecimento de água do município de Redentora – RS, administrado pela CORSAN – Companhia Riograndense de Saneamento. Menciona-se a utilização de dois métodos para reduzir a pressão na rede de distribuição de água. No primeiro deles, a implantação do método reservatório queda de pressão; no segundo deles, o método válvulas redutoras de pressão (VRP). Ambos visam justamente agir sobre a causa das perdas físicas, ou seja, diminuir pressões de operação e regular o intervalo de variações das pressões no sistema de abastecimento de água. Essas ações reduzem o desperdício, as perdas físicas e a necessidade de reparos de redes e ramais.

Palavras-chave:
Perdas reais; Rede de distribuição; Pressão.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de um sistema de abastecimento de água. 17
Figura 2 - Sistema de abastecimento de água, com captação em curso de água e com reservatório apoiado (planta e perfil) 17
Figura 3 - Sistema de abastecimento de água, com captação em curso de água e com reservatório enterrado e elevado 18
Figura 4 - Exemplo de rede ramificada. 21
Figura 5 - Exemplo de rede malhada 21
Figura 6 - Exemplo de rede mista 21
Figura 7 - Configurações dos tipos de vazamentos 24
Figura 8 - Representação gráfica dos componentes da vazão mínima noturna 29
Figura 9 - Gráfico mostrando vazões mínimas noturnas diárias assinaladas em vermelho 30
Figura 10 - Componentes do controle e redução de perdas reais 31
Figura 11 - Síntese das ações para o controle e redução de perdas reais 33
Figura 12 - Componentes do controle e redução de perdas aparentes 34
Figura 13 - Síntese das ações para o controle e redução de perdas aparentes 36
Figura 14 - Localização de Redentora no Rio Grande do Sul 40
Figura 15 - Apresenta uma foto de satélite da cidade de Redentora com a divisão de suas vias públicas 41
Figura 16 - Localização dos poços 46
Figura 17 - Sede da CORSAN neste município 47
Figura 18 - Localização da ETA 47
Figura 19 - Localização do reservatório 48
Figura 20 - Caixa d' água 49
Figura 21 - Croqui (Planta de Tubulação) 52
Figura 22 - Tubulação (m) 51
Figura 23 – Quantidade de Ligações 53
Figura 24 - Quantidade de consumo em relação às classes 58
Figura 25 - Quantidade de economia em relação às classes 58
Figura 26 - Consumo em cada classe 59
Figura 27 - Volume disponibilizado 61
Figura 28 - Volume utilizado 61

Figura 29 - Perda de água 62
Figura 30 - Perdas em porcentagem 63
Figura 31 - Características das vias 64
Figura 32 - Localização de tubulação de ferro fundido 65
Figura 33 - GEOFONES 66
Figura 34 - Material dos cavaletes 66
Figura 35 – Substituição de cavalete 67
Figura 36 - Tipo de serviço executado no ramal 68
Figura 37 - Tipo de vazamento no ramal – detalhado 68
Figura 38 - Pontos críticos 70
Figura 39 - Manômetro desta companhia de saneamento 71
Figura 40 - Marcação do corte transversal 72
Figura 41 - Corte transversal 73
Figura 42 - Bairros a serem beneficiados 73
Figura 43 - Localização do reservatório no corte 74
Figura 44 - Válvula redutora de pressão 75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Balanço de água..... 23
Quadro 2 – Distribuição da rede de abastecimento de água 50
Quadro 3 – Quantidade de ligações..... 53
Quadro 4 – Quantidade de economias..... 56
Quadro 5 – Consumo medido 57
Quadro 6 – Consumo mensal por classe 59
Quadro 7 – Discriminação do IPD %..... 60
Quadro 8 – Volume regidtrado e inclinação do medidor 69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANF	Água Não Faturada
CDL	Câmara de Dirigentes Lojistas
CORSAN	Companhia Riograndense de Saneamento
CT	Cota do Terreno
CTG	Centro de Tradições Gaúchas
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETA's	Estações de Tratamento de Água
FUNAI	Fundação Nacional do Índio
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IND	Economia de Natureza Industrial
IPD	Índice de Perda na Distribuição
IWA	International Water Association
OMS	Organização Mundial de Saúde
PDVN	Perda na Distribuição na Vazão Noturna
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PNCDA	Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
PRAI	Perdas Reais Anuais Inevitáveis
PVC	Policloreto de Polivinila
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SEDU/PR	Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República
VMN	Vazão Mínima Noturna
VNA	Vazão Noturna de Abastecimento
VNL	Vazão Noturna Liquida
VRP	Válvula redutora de pressão

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
“P”	Pública
BP	Bica Pública
DN	Diâmetro nominal
Fofo	Ferro fundido
L	Comprimento
l/s	Litros por segundos
m^3/h	Metros cúbicos por hora
MCA	Metros de coluna d’água
mH2O	Metros de coluna d’água (0,1 kgf/cm2)
mm	Milímetros
º, ‘, “	Graus, minutos e segundos
ºC	Graus celsius
Q	Vazão
RA	Residencial A
RA1	Residencial A1
RB	Residencial B

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 15

1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 16
1.1 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (SAA) 15
1.2 COMPONENTES DE UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 18
1.2.1 Manancial 18
1.2.2 Captação 18
1.2.3 Estações elevatórias 19
1.2.4 Adutoras 19
1.2.5 Estação de tratamento de água (ETA) 19
1.2.6 Reservatórios 19
1.2.7 Redes de distribuição de água 20
1.3 PERDAS EM UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 22
1.4 PERDAS DE ÁGUA 24
1.4.1 Perdas reais (físicas) 24
1.4.1.1 Vazamentos 24
1.4.1.2 Extravasamentos 25
1.4.1.3 Causas e ocorrências das perdas reais 25
1.4.2 Perdas aparentes (não físicas) 26
1.4.2.1 Causas e ocorrências das perdas aparentes 27
1.5 VAZÃO MÍNIMA NOTURNA 28
1.6 COMBATE PARA REDUÇÃO DE PERDAS REAIS E APARENTES 30
1.6.1 Reais 30
1.6.1.1 Controle de pressão 31
1.6.1.2 Controle ativo de vazamentos 32
1.6.1.3 Agilidade e qualidade dos reparos 32
1.6.1.4 Gerenciamento da infraestrutura 33
1.6.2 Aparentes 33
1.6.2.1 Redução da imprecisão dos medidores 34
1.6.2.2 Qualificação da mão de obra 35
1.6.2.3 Combate às fraudes e ligações clandestinas 35

1.6.2.4 Melhorias no sistema comercial 35

2 METODOLOGIA 37
2.1 ETAPAS 37
2.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA 37
2.3 PROCEDIMENTO DE COLETA E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS 37
2.4 ESTUDO DE CASO 38
2.4.1 Caracterização do município 38
2.4.1.1 Dados gerais 41
2.4.1.2 Reserva indígena do Guarita 42
2.4.1.3 Agricultura 42
2.4.1.4 Comércio/indústria/entidades 43
2.4.1.5 Educação 43
2.4.1.6 Saúde 44
2.4.1.7 Segurança pública 44
2.4.1.8 Projetos públicos sociais 44

3 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 45
3.1 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 45
3.1.1 Captação 45
3.1.2 Estação de tratamento de água (ETA) 46
3.1.3 Reservação 48
3.1.4 Rede de abastecimento de água 49
3.1.5 Hidrometração 53
3.1.6 Histograma de medição 54
3.1.7 Consumo 57
3.2 ÍNDICE DE PERDA DE ÁGUA - IPD% 60
3.3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS PERDAS NO MUNICÍPIO 63
3.3.1 Características da rede de água 63
3.3.2 Características de cavaletes 66
3.3.3 Características de ramais 67
3.3.4 Submedição 69
3.3.5 Pontos críticos 70

3.4 PROPOSTA DE SOLUÇÕES 72
3.4.1 Método com reservatório 72
3.4.2 Válvula redutora de pressão – VRP 74
3.4.3 Benefícios diretos das medidas adotadas 76

CONCLUSÃO 78

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 79

ANEXO I 82
ANEXO II 85
ANEXO III 88
ANEXO IV 89

INTRODUÇÃO

O indicador perdas de água é um dos principais indicadores de desempenho operacional das empresas de saneamento em todo mundo. O entendimento básico do conceito considera perdas no sistema de abastecimento como “a diferença entre o volume de água tratada colocado à disposição da distribuição e o volume medido nos hidrômetros dos consumidores finais, em um determinado período de tempo”.

O trabalho desenvolveu-se em cima de um tema muito discutido no mundo nos últimos tempos, o sistema de abastecimento de água (SAA), e teve a sua realização como estudo de caso no município de Redentora/RS.

Teve como objetivo analisar o controle efetivo das perdas reais e aparentes de um sistema de abastecimento de água (SAA), sob as mais diversas condições de operação, não só do ponto de vista financeiro, no que diz respeito ao desperdício da água tratada, mas principalmente da preservação deste recurso natural.

A conservação dos recursos hídricos para abastecimento humano é indispensável para a garantia do acesso à água potável. Para tanto, as ações de redução de perdas reais e aparentes devem merecer especial atenção.

Conforme Marcka (2004, apud MOTTA, 2010), os volumes de perdas reais e aparentes são bastante significativos. Cerca de metade das perdas resulta de vazamentos nos sistemas de abastecimento. Desse total, de 70% a 90% ocorrem na distribuição de água.

Essas perdas no SAA exigem ações constantes, a maior parte delas ligada à operação e à manutenção do sistema. A redução e o controle de perdas, com eficiência e qualidade, são indispensáveis para um bom funcionamento de um SAA. Essas perdas dividem-se em reais e aparentes (física e não física). As perdas reais estão relacionadas aos os vazamentos no sistema, enquanto as perdas aparentes originam-se de ligações clandestinas ou não cadastradas.

Por esses motivos, o presente trabalho apresenta ao município de Redentora/RS o grau de importância da quantificação das suas perdas no Sistema de Abastecimento de Água (SAA) e propõe ações diretas para promover sua redução.

1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (SAA)

> O conceito de abastecimento de água, se insere no conceito mais amplo de saneamento, entendido, segundo a OMS (Organização Mundial de Saúde), como o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos deletérios sobre seu bem estar físico, mental ou social (HELLER, 2006).

> Define-se sistema de abastecimento de água como o conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados ao abastecimento de água potável a uma comunidade, para fins de abastecimento doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros usos (AZEVEDO NETTO et al., 1991).

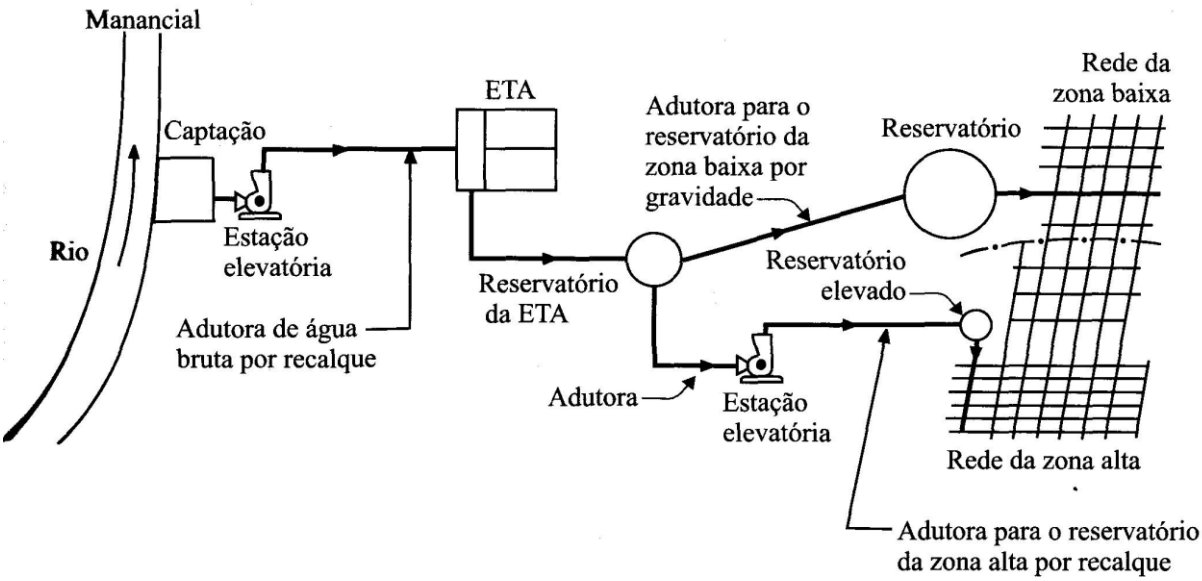
Conforme Tsutiya (2008), a concepção dos sistemas de abastecimento de água é variável, em função do porte da cidade, topografia, sua posição em relação aos mananciais etc. De um modo geral, os sistemas convencionais de abastecimento de água são constituídos das seguintes partes:

- manancial;
- captação;
- estação elevatória;
- adutora;
- estação de tratamento de água;
- reservatório;
- rede de distribuição.

Um sistema de abastecimento de água apresenta basicamente a captação de água bruta de um manancial e posteriormente o seu tratamento, em seguida é transportada para um reservatório. Este transporte normalmente é feito por bombeamento até a estação de tratamento. Após o tratamento essa água é transportada para reservatórios, em zonas baixas este reservatório é apoiado e em zonas mais altas este reservatório é elevado, nestas zonas altas este transporte é feito a partir de bombeamento. Depois de essa água estar no reservatório à mesma é transportada por gravidade até o consumidor.

A Figura 1 apresenta um modelo geral de um sistema de abastecimento de água.

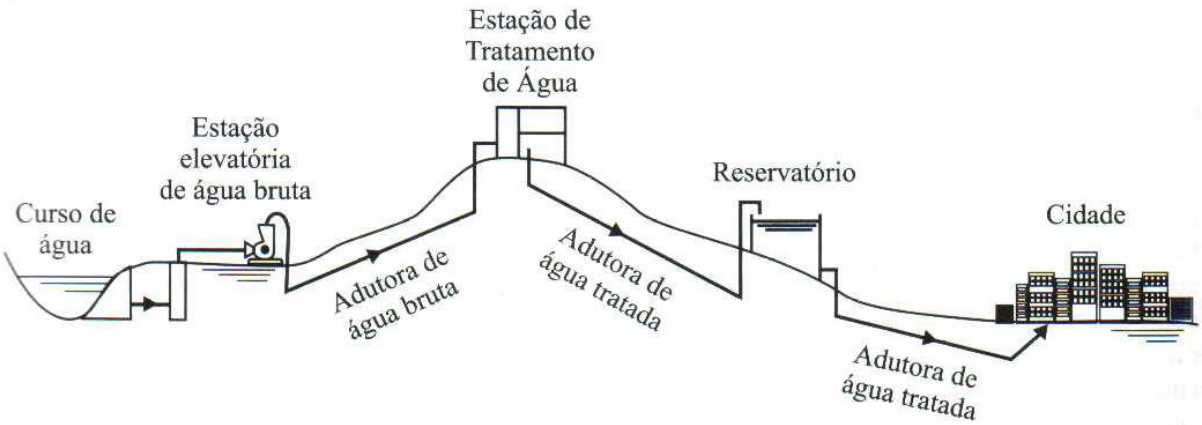
Figura 1- Modelo de um sistema de abastecimento de água



Fonte: Orsini (1996)

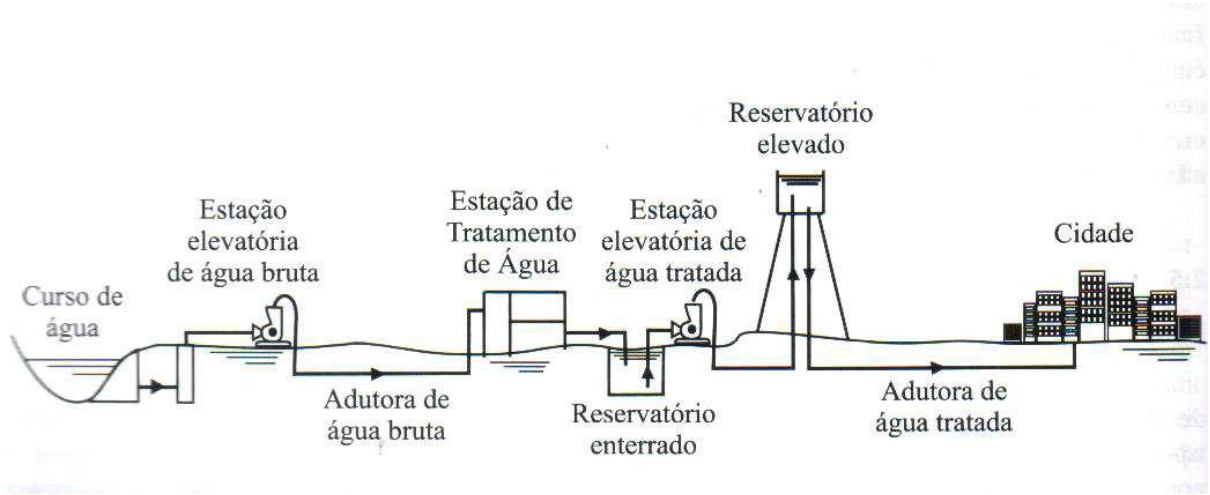
As Figuras 2 e 3 apresentam os perfis dos sistemas de abastecimento de água, um com reservatório apoiado e outro com reservatório enterrado e elevado.

Figura 2 - Sistema de abastecimento de água, com captação em curso de água e com reservatório apoiado (planta e perfil)



Fonte: Tsutiya (2004)

Figura 3 - Sistema de abastecimento de água, com captação em curso de água e com reservatório enterrado e elevado



Fonte: Tsutiya (2004)

1.2 COMPONENTES DE UM SISTEMA DE ABATECIMENTO DE ÁGUA (SAA)

1.2.1 Manancial

De acordo com Tsutiya (2005, apud GIROL, 2008) “são locais que fornecem água para o abastecimento público estes locais podem ser de uma fonte subterrânea ou superficial, essa fonte deve ser suficiente para atender uma determinada demanda de projeto”.

Essa fonte deve fornecer vazão suficiente para atender a demanda de água em um período de projeto, e a qualidade dessa água deve ser adequada com as normas sanitárias, previsto que são as concessionárias de abastecimento de água que devem regularizar e fornecer água com qualidade.

1.2.2 Captação

É necessário um conjunto de obras para retirar a água do local. Para captação de água em mananciais de superfície, as obras são nas proporções de acordo com o porte do mesmo, levando em conta a topografia e geologia do local qualidade e variação do nível da água (DACACH, 1979, apud GIROL, 2008). O esquema das obras que compõe a captação deve fornecer condições de fácil entrada da água e assegurar a melhor qualidade possível.

1.2.3 Estações elevatórias

Para Tsutiya (2006, apud GIROL, 2008), uma estação elevatória é de estrema importância dentro de um sistema de abastecimento de água, pois elas podem ser utilizadas na captação, adução, tratamento e na distribuição da água. Sua instalação deve ser estudada com cautela, pois ela influenciara diretamente no valor de manutenção do sistema, por causa de um elevado custo de energia elétrica. Se houver bombeamento no sistema, os gastos podem representar uma boa parte dentro de uma companhia de saneamento.

1.2.4 Adutoras

De acordo com Tsutiya (2006, apud GIROL, 2008), são tubulações dos sistemas de abastecimento de água, e são responsáveis pelo transporte de água para as unidades que antecedem a rede de distribuição do sistema. As adutoras, em um todo, não são responsáveis pela distribuição de água aos consumidores, elas são responsáveis pela interligação da captação, estação de tratamento e reservatórios.

1.2.5 Estação de tratamento de água (ETA)

O sistema de abastecimento de água tem por objetivo disponibilizar água aos seus usuários seguindo os padrões pré-estabelecidos pelos órgãos responsáveis pela preservação da saúde humana (no Brasil definida pela Portaria n.º 518/2004 do Ministério da Saúde), em quantidade e pressão suficiente para atender aos seus diversos usos (OLIVERA et al., 2010).

É o local onde a água brutal é tratada e regularizada de acordo com a norma e os padrões de potabilidade exigidos pela legislação, assim tornando-se uma água potável e de boa qualidade para a saúde e segurança da população.

1.2.6 Reservatórios

O reservatório é o principal fator de distribuição de água, por ser o determinador das pressões e vazões distribuído pelo meio urbano.

Os reservatórios são posicionados de modo a abastecer as horas de maior consumo e também tem a função de contribuir para a diminuição dos custos com a rede de distribuição. E ainda, são os reservatórios que permitem a continuidade do abastecimento quando é

necessária a interrupção do abastecimento para manutenção em unidades como captação, adução e estações de tratamento de água. E também podem ser dimensionados para permitir o combate a incêndios, em situações especiais, em locais onde o patrimônio e segurança da população estejam ameaçados (BARROS, 1995).

Para Tsutiya (2006, apud GIROL, 2008), os reservatórios possuem as seguintes finalidades:

- **Regularização da vazão**: acumulam água durante as horas em que a demanda de água é inferior a média e fornecem vazões complementares quando a demanda for superior à média;
- **Segurança**: São importantes em situações onde, por exemplo, uma adutora é rompida sendo necessária a interrupção da captação ou estação de tratamento;
- **Reserva de água para incêndio**: Podem disponibilizar vazões extras para o combate a possíveis incêndios;
- **Regularização das pressões**: O reservatório pode ser alocado em determinados pontos do sistema para reduzir a pressão na rede. São os chamados reservatório de quebra de pressão.

1.2.7 Redes de distribuição de água

> As redes de distribuição são compostas por todas as tubulações e dispositivos anexos interligados entre si e localizados nas vias e com função de encaminhar a água aos seus usuários finais em regime contínuo, com pressão adequada e atendendo todos os padrões de consumo necessários (HELLER, 2006).

> (...) é a unidade do sistema que conduz a água pra os pontos de consumo. É constituída por um conjunto de tubulações e peças especiais dispostas convenientemente a fim de garantir o abastecimento dos consumidores de forma continua nas quantidades e pressões recomendadas (AZEVEDO NETTO, 1991).

Para Tsutiya (2006, apud GIROL, 2008), redes de distribuição de água são formadas por tubulações e órgãos acessórios com o principal objetivo de transportar água potável de forma contínua e em quantidade, qualidade e pressão adequada aos consumidores de acordo com a norma vigente. As redes de distribuição são formadas por dois tipos de canalizações:

- Principal: São as canalizações de maior diâmetro que tem a finalidade de levar água as canalizações secundárias. Estas canalizações também são conhecidas como canalização mestra ou conduto tronco.

- Secundária: São as canalizações de menor diâmetro e tem a finalidade de abastecer os pontos de consumo no sistema de distribuição.

Com característica do tipo de traçado destes condutos, Araújo Prince (2006) classifica-os como:

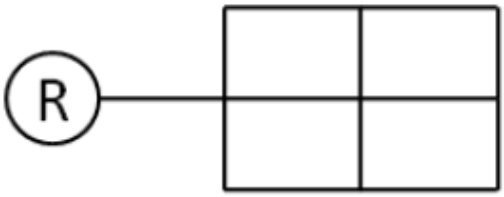
- Rede ramificada: Esta configuração é característica de áreas que possuem um desenvolvimento linear em que as ruas não conectam entre si devido a problemas na topografia local ou de traçados urbanos (figura 4). Estas redes podem ter traçados do tipo "espinha de peixe" ou "em grelha".

- Rede malhada: Esta configuração de rede é típica de áreas com ruas formando malhas viárias (figura 5). As tubulações principais formam blocos ou anéis permitindo o abastecimento do sistema por mais de um caminho, favorecendo a manutenção na rede com o mínimo possível de interrupção no abastecimento de água.

Figura 4 - Exemplo de rede ramificada

Fonte: Modificado de Gomes (2004)

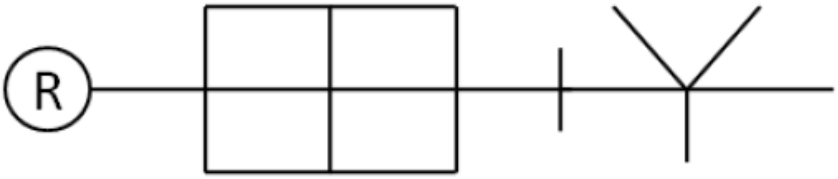
Figura 5 - Exemplo de rede malhada



Fonte: Modificado de Gomes (2004)

- Rede mista: a rede mista nada mais é do que a combinação da rede ramificada com a rede malhada (figura 6).

Figura 6 - Exemplo de rede mista



Fonte: Modificado de Gomes (2004)

1.3 PERDAS EM UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO ÁGUA (SAA)

Em geral não existe perda zero, sempre haverá perda por quaisquer que seja o motivo e será contabilizado como perda, mas as concessionárias de abastecimento podem trabalhar na redução das perdas, mas existem limites técnicos e econômicos que definem um valor a partir do qual fica mais caro diminuir a perda do que produzir água tratada.

Segundo Netto et al. (1998), as perdas são a diferença entre o volume de água produzido nas Estações de Tratamento de Água (ETA's) e o total dos volumes medidos nos hidrômetros, ou seja, o índice de perda é a porcentagem do volume produzido que não é faturado pela concessionária do serviço.

De acordo com a IWA (International Water Association), pode-se dividir as perdas em dois tipos:

- Perda real: são conhecidas também como perda física, é o volume de água produzido pela companhia que não chega ao consumidor, ou seja, que não é medida no hidrômetro (micromedição), devido a vazamentos nas adutoras, redes de distribuição e extravasamento de reservatórios.

- Perda aparente: também conhecida como perda não-física ou perda comercial, é o volume de água produzido pela companhia, consumida pelo cliente, mas que não é contabilizado, devido a erros de medição dos hidrômetros, ligações clandestinas, violação nos hidrômetros e falhas no cadastro comercial.

Em 2001 a média nacional das perdas (o montante de perdas reais e aparentes) nos sistemas de abastecimento de água brasileiros situou-se no patamar dos 40%, com os maiores valores alcançando a casa dos 70% e os menores valores girando em torno dos 20% (SEDU/PR, 2002).

A IWA propõe uma forma de caracterizar as perdas no serviço de abastecimento de água para fins de obtenção de parâmetros, através de definições envolvendo perdas no sentido físico, visualizadas em um quadro que é chamado de "Balanço de Água" (Quadro 1).

Quadro 1 - Balanço de água

Volume de entrada no sistema	Consumo Autorizado	Consumo Autorizado Faturado	Consumo Medido faturado (incluindo água importada)	Água Faturada
			Consumo Estimado Faturado	
		Consumo Autorizado Não Faturado	Consumo Medido Não Faturado	Água Não Faturada (ANF)
			Consumo Estimado Não Faturado	
	Perda de Água	Perdas Aparentes (Não Físicas)	Consumo Não Autorizado	
			Erro de Medição	
		Perdas Reais (Físicas)	Vazamentos e Extravasamentos em Reservatórios	
			Vazamentos em Adutoras e Redes	
			Vazamentos em Ramais até o ponto de medição do cliente	

Fonte: IWA (2000)

- Volume de entrada no sistema: É á entrada do volume para aquela parte do sistema de abastecimento de água ao qual os cálculos para o balanço de água estão relacionados.

- Consumo autorizado: É o volume de água medido e/ou não medido tomado por clientes registrados, fornecedor de água e outros implícita ou explicitamente autorizados a assim procederem, para finalidades residenciais, comerciais e industriais. Isso inclui água exportada.

- Perdas de água: É a diferença entre o volume de entrada no sistema e o consumo autorizado. Consiste de perdas aparentes (perdas não físicas) e perdas reais (perdas físicas).

- Perdas aparentes (não físicas): Consiste do consumo não autorizado, caracterizados por fraudes e falhas de cadastro, e de todos os tipos de imprecisões ligadas à medição, tanto na macro como na micromedição.

- Perdas reais (físicas): São vazamentos nas adutoras de água bruta, estações de tratamento de água (se aplicável), nas tubulações principais, reservatórios e conexões de serviços, até o ponto de medição do cliente. O volume perdido através de todos os tipos de vazamentos, estouros e transbordamentos dependem de suas freqüências individuais, coeficientes de vazão e duração.

- Água não faturada (ANF): É a diferença entre o volume de entrada no sistema e o consumo faturado autorizado.

1.4 PERDAS DE ÁGUA

1.4.1 Perdas reais (físicas)

1.4.1.1 Vazamentos

Vazamentos é o caso mais comum de perdas reais dentro de um sistema de abastecimento de água. E onde se encontra um dos principais pontos de vazamentos é na estrutura da ETAs, mas onde ocorrem o maior volume perdido de água são nas redes de distribuição e nos ramais prediais.

Segundo Lambert (2000, apud GIROL, 2008) os vazamentos são classificados em três tipos:

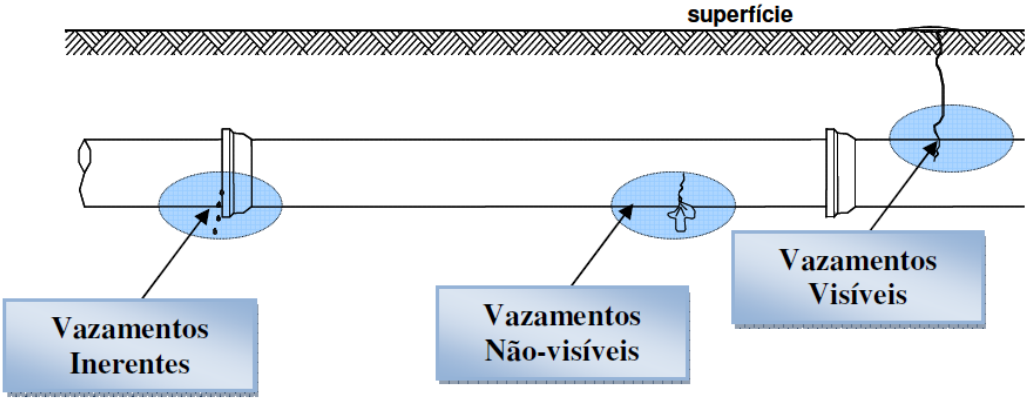
a) Visíveis: São os vazamentos de curta duração e altas vazões que afloram para a superfície e são facilmente detectáveis. Representam 45% dos vazamentos.

b) Não-visíveis: São os vazamentos que não afloram para a superfície e, por isso, não podem ser detectados no visual. Possuem vazões moderadas e a sua duração depende da freqüência da pesquisa de vazamento. Representam 30% dos vazamentos.

c) Inerentes: São os vazamentos não visíveis e não detectáveis por equipamentos de detecção acústica. Geralmente são vazões abaixo de 250 litros/hora. Representam 25% dos vazamentos.

A Figura 7 ilustra de maneira prática dos tipos de vazamentos citados.

Figura 7 - Configurações dos tipos de vazamentos



Fonte: Modificado de Gonçalves (1998)

Para Tardelli Filho (2006, apud GIROL, 2008) quando aumentamos relativamente á pressão na rede, obtemos então dois problemas: primeiro se refere à alta freqüência e assim o arrebentamento das tubulações, e o segundo é com relação ao aumento das vazões dos vazamentos, assim com este dois problemas relativamente ocasionamos grandes perdas físicas no sistema.

1.4.1.2 Extravasamentos

A ocorrência do extravasamento em geral ocorre no período noturno por causa do seu carregamento, esta ocorrência é devido a não existência de dispositivos de alerta e controle de falhas operacionais nos equipamentos já existentes. Quando os reservatórios estão cheios, a água é coletada pelo extravasor, onde é levada à rede de drenagem pluvial ou para algum outro lugar apropriado. Este volume de água, na maioria das vezes, não é contabilizado pelos operadores, gerando assim uma maior dificuldade para a obtenção de dados mais precisos. Porém, isto não chega a ter grande importância numérica em um contexto mais geral (TARDELLI FILHO, 2006, apud GIROL, 2008).

1.4.1.3 Causas e ocorrências das perdas reais

De acordo com Sabesp (2005), as ocorrências mais comuns de perdas reais são apresentadas a seguir:

- Vazamentos e extravasamentos em reservatórios:
  - Deficiência ou inexistência de automação de unidades de bombeamento e controle de nível de reservatórios;
  - Falhas estruturais;
  - Controle operacional ineficiente;
  - Equipamento de controle de nível inadequado;
  - Registros de descarga defeituosos;
  - Falta ou má de definição de níveis operacionais.

- Vazamentos em adutoras e redes:
  - Pressões elevadas
  - Variação da pressão (intermitências, perdas de carga elevadas, etc.)
  - Transientes hidráulicos;
  - Má qualidade de materiais dos componentes dos sistemas;
  - Má qualidade da mão de obra utilizada na implantação e manutenção dos sistemas;

- Falhas de operação;
- Intervenção de terceiros;
- Corrosividade da água e do solo;
- Intensidade de tráfego;
- Inexistência de política de detecção de vazamentos não visíveis;
- Deficiência de projeto;
- Instabilidade do solo.

- Vazamentos em ramais:
  - Pressões elevadas;
  - Transientes hidráulicos;
  - Variação da pressão;
  - Má qualidade de materiais dos componentes dos sistemas;
  - Má qualidade da mão de obra utilizada na implantação e manutenção dos sistemas;
  - Inadequação do ferrule;
  - Falhas de operação;
  - Intervenção de terceiros;
  - Corrosividade da água e do solo;
  - Intensidade de tráfego;
  - Inexistência de política de detecção de vazamentos não visíveis;
  - Deficiência no reaterro dos ramais;
  - Falhas de manutenção.

1.4.2 Perdas aparentes (não físicas)

Segundo Tardelli Filho (2004, apud MELATO, 2010), a perda aparente representa o volume de água consumido, porém, não contabilizado pela concessionária responsável. Esse volume de água é contabilizado pelos erros de medição nos hidrômetros e demais medidores, fraudes, incertezas, ligações clandestinas e falhas de cadastro comercial.

Toda essa água é consumida, mas não é registrada, e são realmente originadas de ligações clandestinas, roubos e/ou não cadastradas.

A redução das perdas não físicas permite aumentar a receita da empresa, contribuindo indiretamente para ampliação da oferta, visto que, com a correta medição do volume de água consumido pelo cliente, haverá uma ação de combate ao desperdício por parte do mesmo. A

redução das perdas implica, portanto, na redução de volume não contabilizado, exigindo adoção de medidas que permitam reduzir as perdas físicas e não físicas, e mantê-las permanentemente em nível adequado, considerando a viabilidade técnico-econômica das ações de combate a perdas em relação ao processo operacional de todo o sistema. (PNCDA, 1999).

1.4.2.1 Causas e ocorrências das perdas aparentes

As causas e ocorrências mais comuns de perdas aparentes são apresentadas, a seguir, segundo SABESP (2005):

- Imprecisão da medição:
  - Imprecisão dos macromedidores existentes nos sistemas de produção e distribuição de água;
  - Má qualidade dos medidores;
  - Submedição;
  - Dimensionamento inadequado do medidor;
  - Detritos nas redes de distribuição;
  - Envelhecimento do parque de hidrômetros;
  - Inclinação dos hidrômetros.

- Gestão comercial:

-Fraudes (*by pass*, violação de hidrômetro e/ou qualquer tipo de violação na ligação ativa ou inativa);

-Roubo de água em hidrantes ou em quaisquer pontos dos sistemas de redes de distribuição.

-Inexistência de hidrometração das ligações;

-Falha do cadastro comercial;

-Deficiência nos sistemas e nas rotinas comerciais na apuração dos consumos;

-Política tarifária, como por exemplo, tarifas mais elevadas para consumos maiores que podem favorecer o aumento de fraudes, ou tarifas fixas para favelas, que não favorecem o uso racional da água;

- Falta de acompanhamento e controles sistematizados dos consumos medidos faturados.

- Efeito caixa d’água ocorre quando as vazões que passam pelo hidrômetro são

menores do que as ocorrentes no ponto de consumo interno da residência, devido ao amortecimento proporcionado pelo volume da caixa d'água (TARDELLI FILHO, 2004, apud Melato. 2010).

1.5 VAZÃO MÍNIMA NOTURNA

Lambert (apud GONÇALVES, 1998) define vazão mínima noturna como sendo "a vazão medida na entrada de um dado setor e tem o seu valor mínimo em um período noturno específico".

A vazão mínima noturna ocorre diariamente, no horário entre 01:00 e 05:00 horas. No intervalo deste horário é quando ocorrem as maiores perdas e existem maiores facilidades de determinar o que ocasiona estas perdas. As perdas noturnas são maiores que as perdas de mesmas causas ocorridas durante o período do dia. Isto ocorre em decorrência da pressão noturna da rede de distribuição de um setor ser maior que a pressão diurna (LAMBERT, apud GONÇALVES, 1998).

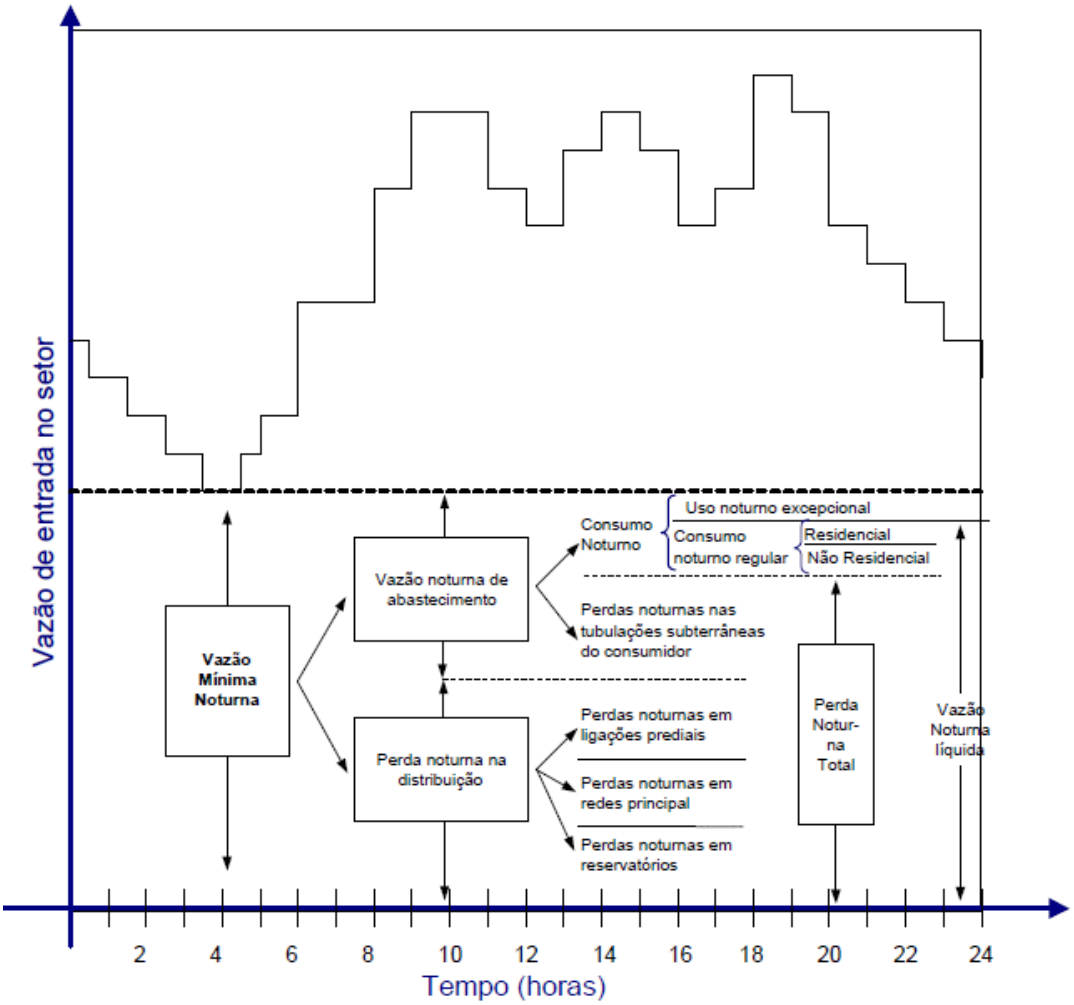
Para Lambert (apud GONÇALVES, 1998), a vazão mínima noturna (VMN) possui dois principais componentes, que também podem ser divididos em subitens, conforme descritos a seguir:

- Vazão noturna de abastecimento (VNA) – é a vazão consumida pela população do setor no período em que a vazão mínima noturna é medida. A VNA é composta da vazão noturna líquida (VNL) e do consumo noturno excepcional.

- Perda na distribuição na vazão noturna (PDVN) – consiste na diferença entre a vazão mínima noturna e a vazão noturna de abastecimento. As causas da PDVN podem ser: vazamentos, extravasamentos de reservatórios, perdas nas ligações prediais, perdas na rede principal e perdas devido às ligações clandestinas.

A Figura 8 mostra um gráfico representando a vazão mínima noturna e os principais componentes existentes.

Figura 8 - Representação gráfica dos componentes da vazão mínima noturna

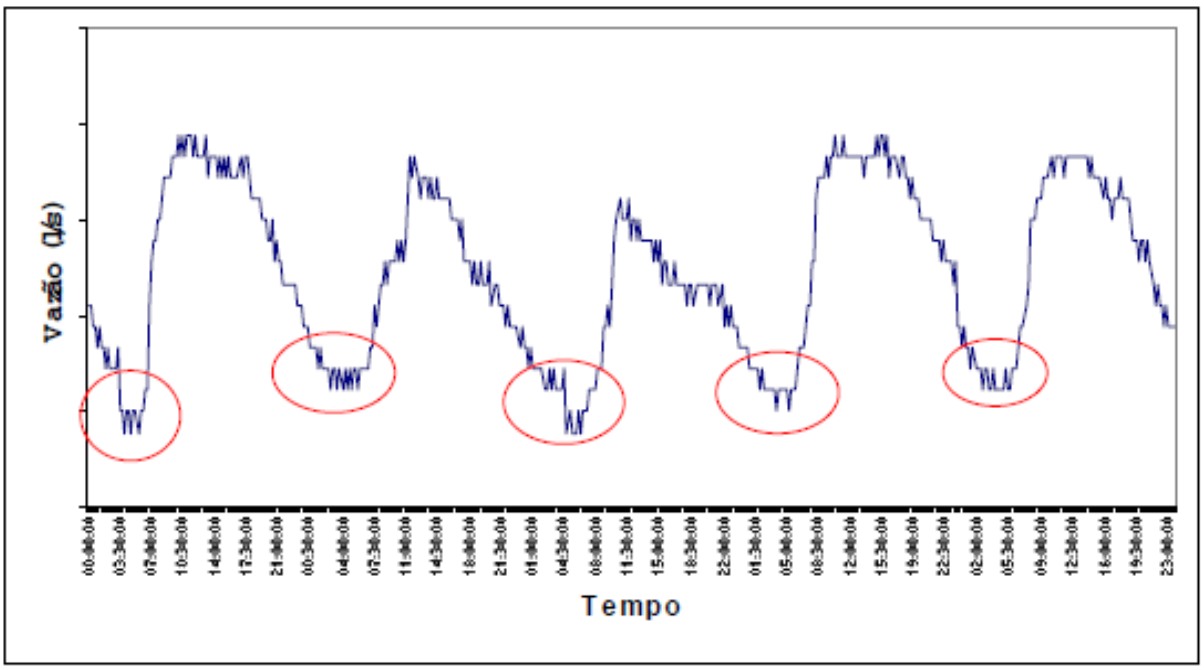


Fonte: Gonçalves (1998)

De acordo com Gonçalves (1998), a vazão mínima noturna pode variar diariamente de forma sistemática ou de forma aleatória. Determinadas regiões podem possuir padrões de utilização para uso da água em atividades domésticas que afetam os valores da VNA. A ocorrência de vazamentos também pode produzir variações no valor do VNA. Nesse caso, isso pode acontecer devido às causas de forma aleatória.

A Figura 9 mostra uma representação de um gráfico (vazão X tempo) de um setor de distribuição em estudo. Em vermelho, estão assinalados os períodos diários que ocorre a vazão mínima noturna.

Figura 9 - Gráfico mostrando vazões mínimas noturnas diárias assinaladas em vermelho



Fonte: Gonçalves (1998)

Os pontos que estão marcados com vermelho, na Figura 9, representam os períodos em que ocorrem a vazão mínima de abastecimento diário. Tais valores de distribuição ocorrem durante a madrugada. De acordo com a curva de vazão, pode-se verificar que, normalmente, após as 18:10 horas, começa a haver uma diminuição constante no consumo de água tratada da população. Logo, às 0:00 hs, tende a haver uma normalização do consumo. Em seguida, das 05:00 às 06:00 horas da manhã, começa novamente um ciclo de crescimento com um aumento do consumo diário.

1.6 COMBATE PARA REDUÇÃO DE PERDAS REAIS E APARENTES

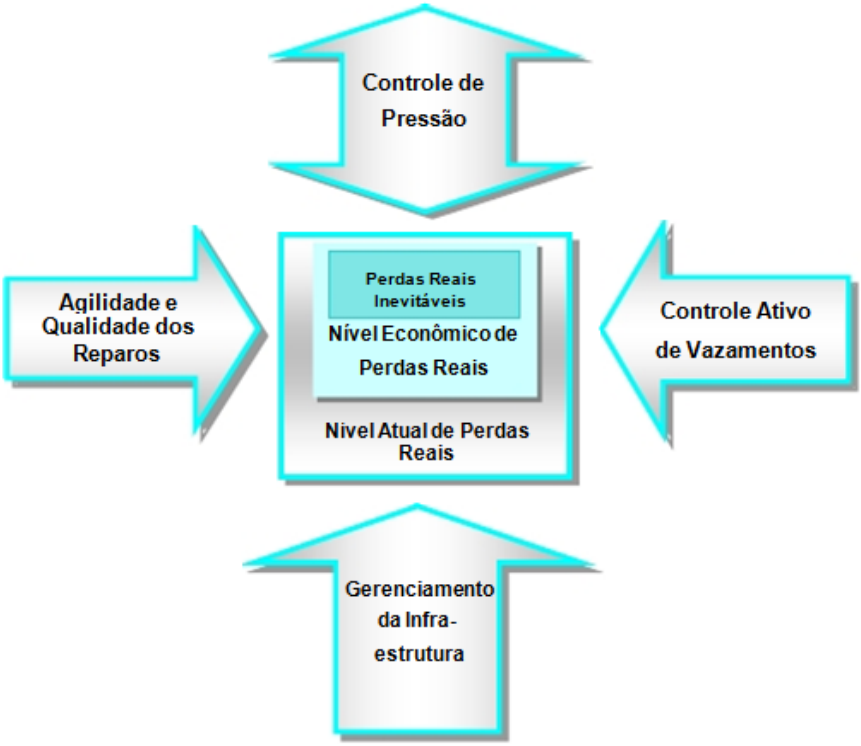
1.6.1 Reais

Os quatro principais componentes de um programa efetivo de controle e redução de perdas reais são representados através da Figura 10, onde o quadro interno representa as Perdas reais anuais inevitáveis (PRAI), o quadro intermediário representa o nível econômico de perdas reais e o quadro externo representa o nível atual de perdas, que é o volume potencialmente recuperável com estas ações de redução de perdas reais (MELATO, 2010).

No esquema montado é possível visualizar as quatro principais atividades de controle

de perdas reais e que possibilitam a redução das perdas correntes até o nível das perdas inevitáveis. Tem-se que ressaltar que, normalmente, atingir as perdas inevitáveis nem sempre corresponde ao nível econômico de um programa de controle de perdas reais.

Figura 10 - Componentes do controle e redução de perdas reais



Fonte: Adaptado de Thornton (2002)

1.6.1.1 Controle de pressão

O controle efetivo das pressões visa se adequar, em valores compatíveis, com uma boa operação do sistema de distribuição, assim, minimizando as altas pressões e variações bruscas, sem deixar de garantir as pressões mínimas de abastecimento para o atendimento dos consumidores. Esses objetivos devem ser pensados desde a etapa de projeto específico, através de uma setorização adequada dos sistemas de distribuição, buscando um adequado equilíbrio piezométrico entre as zonas de pressão, atendendo às exigências das normas quanto à mínima e máxima pressão (10 e 50 mca, respectivamente). O controle das variações de pressão também é muito importante em situações de variações bruscas, pois isto, muitas vezes, pode ser mais prejudicial do que uma pressão elevada, porém constante (THORNTON *et al*, 2008, apud MELATO, 2010).

> A solução para o problema de pressões é o zoneamento piezométrico, ou seja, a divisão de um setor de abastecimento em zonas com comportamento homogêneo dos planos de pressão. Esses planos piezométricos podem ser definidos pela cota do nível d'água de um reservatório, pela cota piezométrica resultante de uma elevatória, ou booster, ou de uma válvula redutora de pressão (TSUTIYA, 2008).

De acordo com Tsutiya (2008), o controle efetivo das pressões é fundamental para a redução de perdas reais em um sistema de abastecimento de água, porque a pressão é o principal fator que influencia o número de vazamentos e a vazão desses vazamentos.

1.6.1.2 Controle ativo de vazamentos

A função do controle ativo de vazamentos é detectar o vazamento antes de aflorar, analisando que a metodologia mais usada é a pesquisa acústica de vazamentos não visíveis. Com essa ação, o tempo do vazamento e o volume perdido são reduzidos.

Conforme Tsutiya (2008), a metodologia mais utilizada para o controle ativo de vazamentos é a pesquisa de vazamentos não visíveis, realizada através de testes acústicos de detecção de vazamentos. Com isso, observa-se que o controle ativo se opõe ao controle passivo, que consiste na atividade de reparar os vazamentos apenas quanto se tornam visíveis.

1.6.1.3 Agilidade e qualidade dos reparos

De acordo com Tsutiya (2008), após o reconhecimento do local, os vazamentos que são visíveis e os que não são visíveis devem ser reparados rapidamente, porém, é necessário que esse trabalho seja feito com a melhor qualidade possível, ou seja, utilização de mão de obra devidamente treinada, materiais adequados para o serviço e de ótima qualidade.

> O tempo de reparo é um dos itens do gerenciamento de perdas que as prestadoras de serviços de saneamento mais controlam, pois quanto mais rápido o reparo, menor a perda real e, consequentemente, as perdas totais. Além disso, o tempo de reparo está associado à imagem da prestadora perante a população, significando que quanto menor o tempo de reparo, maior a eficiência da prestadora (TSUTIYA, 2008).

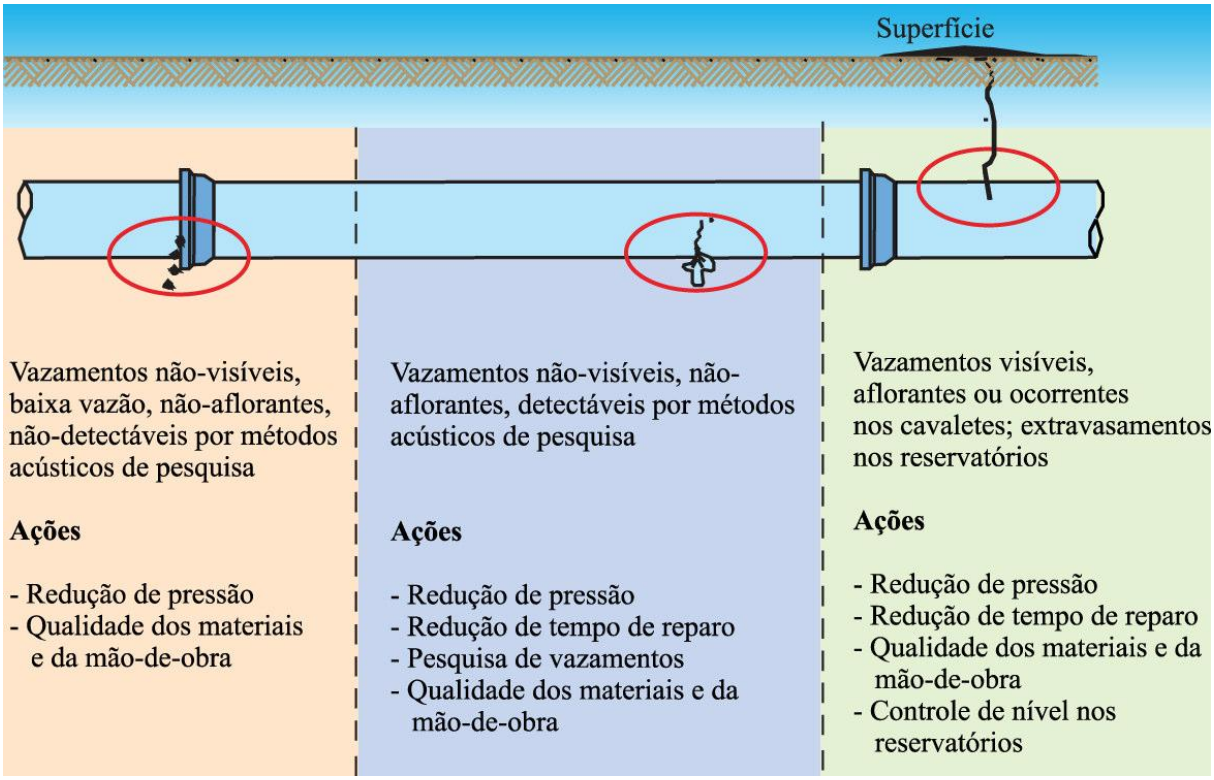
Não adianta apenas a detecção do vazamento para reduzir as perdas reais. Somente se dará a efetiva redução quando o mesmo for reparado, e de forma a que venha se evitar a reincidência e retrabalho desse vazamento.

1.6.1.4 Gerenciamento da infraestrutura

Para Tsutiya (2008) as tubulações são os principais componentes do sistema de abastecimento de água responsáveis pelos vazamentos. O gerenciamento de infraestrutura está diretamente relacionado ao conhecimento dessas tubulações, sendo importante identificar: idade, tipo de material, manutenção preditiva e preventiva, procedimento de trabalho, treinamento etc.

Pela Figura 11 pode-se observar que as principais ações e as mais importantes são as de controle de pressão, a qualidade dos materiais e da execução da obra, pois são essas ações que reduzem os três principais tipos de vazamentos.

Figura 11 - Síntese das ações para o controle e redução de perdas reais

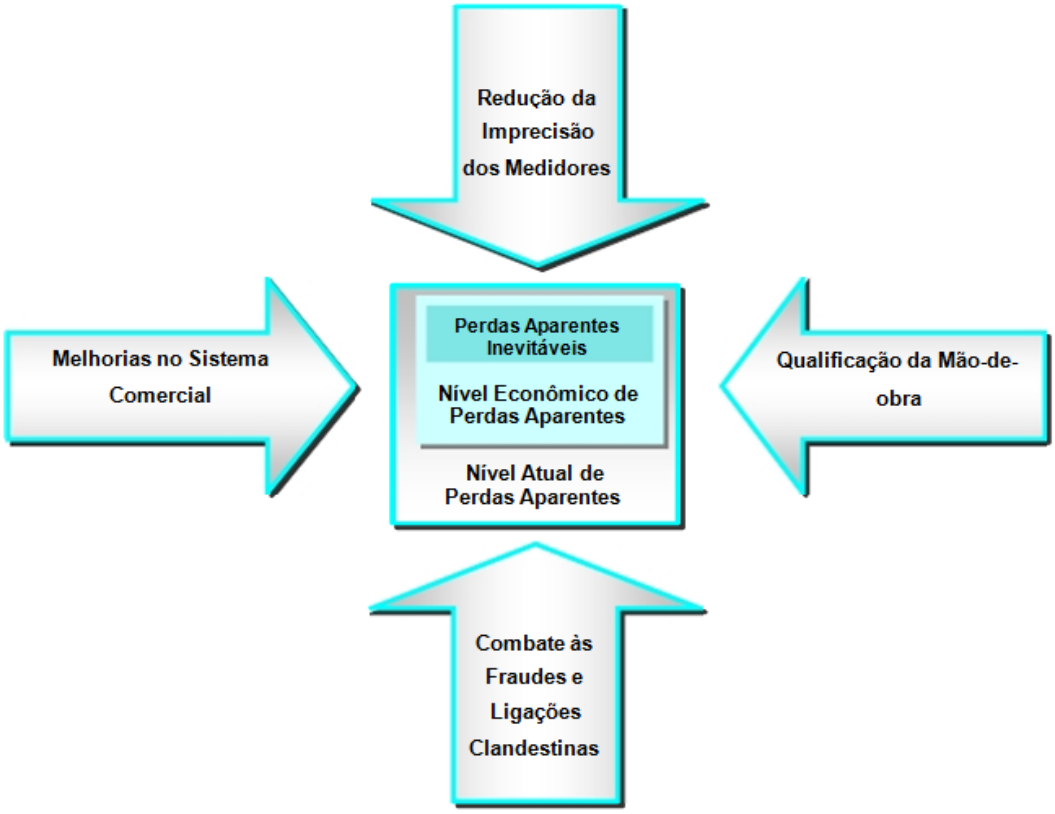


Fonte: Tardelli Filho (2004)

1.6.2 Aparentes

Como a perdas reais tem uma forma de controle, as perdas aparentes também dispõem de um diagrama similar, compostos também por quatro ações básicas, conforme mostra a Figura 12.

Figura 12 - Componentes do controle e redução de perdas aparentes



Fonte: Adaptado de Tardelli Filho (2004)

> O efeito das perdas aparentes na gestão da empresa tem caráter financeiro que incide diretamente no preço de venda da água tratada ao consumidor. Esse efeito tem ainda consequências mais sérias quando associado a um outro fator importante relativo ao volume faturado de esgotos, o qual, geralmente, é faturado a partir do volume de água medida. Portanto, em locais onde há rede de esgotos, uma unidade de volume recuperado de perdas aparentes significa duas unidades de volume faturado (água + esgoto) (TUSTIYA, 2008).

Vale apena ressaltar que, com diminuição das perdas aparentes em um sistema de abastecimento de água, ocorre um impacto financeiro considerável para a empresa, que,por sua vez, aumenta o volume micromedido, aumentando, assim, sucessivamente o faturamento da empresa.

1.6.2.1 Redução da imprecisão dos medidores

Com uma redução de erros em medidores envolve tanto ações para melhoria da macromedição, como a micromedição.

Conforme Tsutiya (2008), a redução de erros de medidores tem como principais ações: a especificação e o dimensionamento corretos dos medidores instalados no sistema adutor, dos medidores do sistema distribuidor e dos consumidores; a instalação adequada dos medidores; a manutenção preventiva e corretiva dos hidrômetros; a leitura correta dos hidrômetros.

1.6.2.2 Qualificação da mão de obra

Na especialização da mão de obra envolve a seleção e o treinamento dos profissionais que atuam na leitura dos hidrômetros, na gestão comercial, e na instalação, calibração e manutenção dos medidores, com isso, obtém-se a redução de erros e o melhoramento da equipe que está atuando. Também, com a especialização desses profissionais, há uma melhor percepção de quaisquer problemas nas ligações e na contabilização dos consumos .

De acordo com Tustiya (2008) a qualificação da mão de obra envolve a seleção e o treinamento especializado dos profissionais que, por sua vez, fazem a leitura dos hidrômetros, a gestão comercial, e a instalação, calibração e manutenção dos medidores.

1.6.2.3 Combate às fraudes e ligações clandestinas

Para Tsutiya (2008), a redução de fraudes envolve as ações de inspeção de ligações suspeitas de haver interferência na contabilização do consumo de água e as medidas de coibição dessa prática.

Uma vez que não for corrigida uma fraude, a empresa demonstra fragilidade nesta ação e, consequentemente, o número de fraudadores tende somente a aumentar. Normalmente, a denúncia de um fraudador ocorre através da população das imediações, de indícios levantados pelos leituristas dos hidrômetros, e da análise do histórico de consumo das ligações.

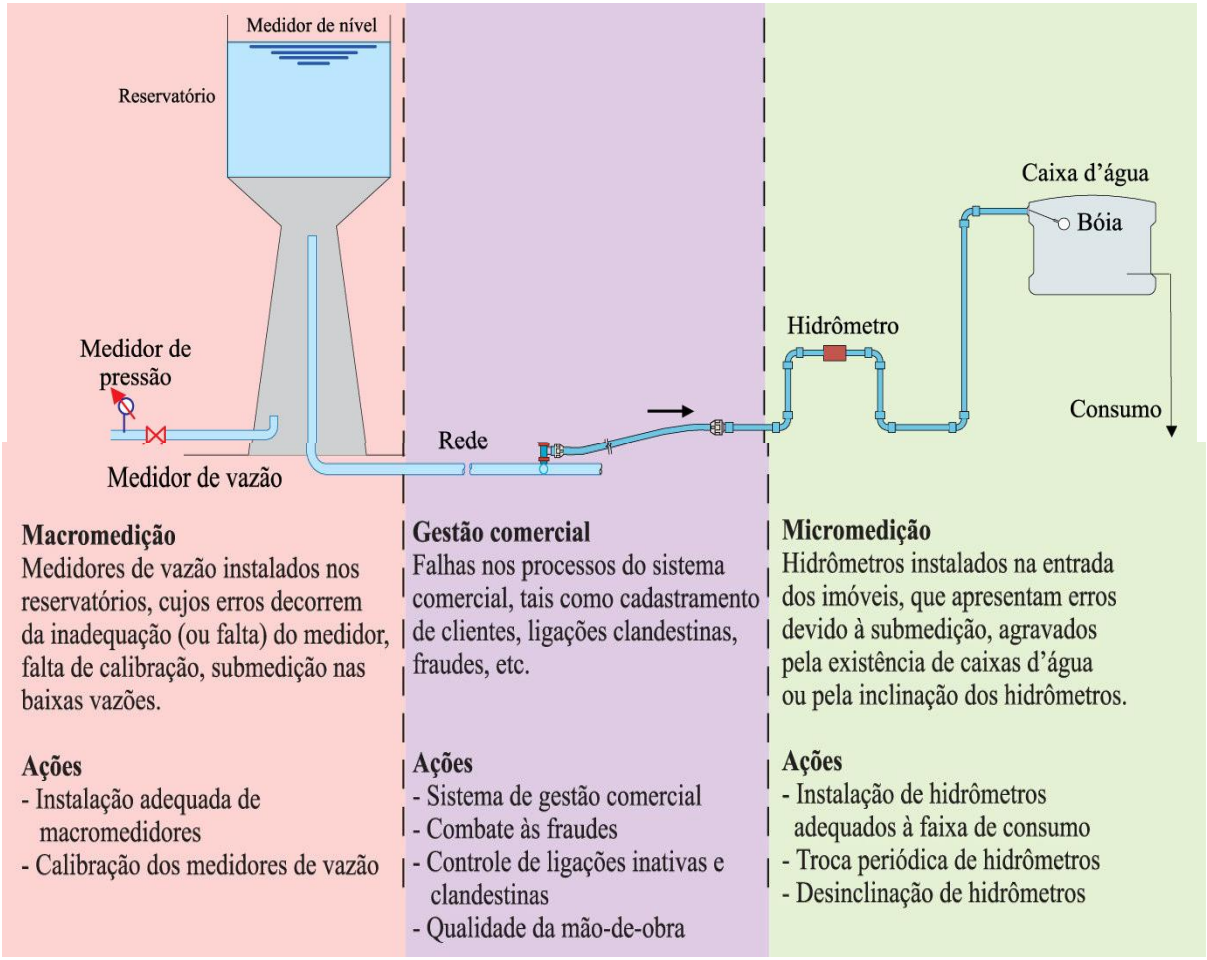
1.6.2.4 Melhorias no sistema comercial

Entende se como gestão comercial o aperfeiçoamento contínuo da equipe de trabalho, principalmente no que se refere ao cadastramento das ligações e a apuração dos consumos dos clientes. Essa gestão comercial de uma companhia que presta serviço de saneamento entende se como todo o aparato de processos, sistemas informatizados e recursos humanos que permite a quantificação dos consumos de água tratada e seus devidos faturamentos.

Conforme Tsutiya (2008) a gestão comercial de uma prestadora de serviços de saneamento compreende todo o aparato de processos, sistemas informatizados e recursos humanos que permite a contabilização dos consumos de água tratada e seu faturamento.

Na Figura13, são citadas as principais medidas preventivas e corretivas utilizadas pelas prestadoras de serviços de saneamento para o controle e redução de perdas aparentes.

Figura 13 - Síntese das ações para o controle e redução de perdas aparentes



Fonte: Tardelli Filho (2004)

2 METODOLOGIA

2.1 ETAPAS

O trabalho seguiu algumas etapas para a realização do estudo em um sistema de abastecimento de água (SAA) e foi desenvolvido na Companhia de Saneamento CORSAN no município de Redentora – RS.

Para o desenvolvimento deste trabalho foram feitos os seguintes procedimentos: consultas internas, mapeamento, quantificação de todos os pontos críticos de perdas de água, medições, tabelas com números de meses passados e análise de gráficos.

Neste município escolhido para o estudo de caso não existia nenhum tipo de mapa digital, somente um mapa em papel *datilografado.* Então, para que este trabalho fosse realizado, foi feito todo um traçado de linhas em ruas e tubulações de acordo com o mapa antigo que está em anexo III.

2.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa pode ser classificada como um estudo de caso.

Quanto aos procedimentos é uma pesquisa de campo.

Do ponto de vista da forma de abordagem, a pesquisa pode ser classificada como pesquisa de quantificação de dados.

2.3 PROCEDIMENTO DE COLETA E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Foram acompanhadas todas as medições durante o tempo em que se realizou o trabalho, além de se utilizar as medições já realizadas, para que pudessem ser realizadas as comparações de dados. Foi um procedimento simples de coleta de dados junto a CORSAN, os quais foram interpretados e permitiram identificar as possíveis causas do problema.

O mapeamento foi feito de acordo com as tubulações já existentes no município, identificando os pontos de maior perda ou de maior importância para o SAA, e assim a quantificação dos pontos e das perdas.

2.4 ESTUDO DE CASO

Foi escolhido para estudo de caso o município de Redentora-RS, cujo sistema de abastecimento de água é operado pela CORSAN. Por ser um município de pequeno porte, a quantidade de serviços mensais é relativamente pequena, o que facilita a quantificação das perdas e a implantação e o controle de um programa piloto para identificar as causas e planejar as ações que poderiam ser mais eficaz.

2.4.1 Caracterização do município

Em meados de ano de 1940, a então Vila Redentora pertencia a Palmeira das Missões, após pertenceu a Três Passos e, por fim, pertenceu ao município de Campo Novo. Na época, onde hoje se visualiza lavouras e pastagens, era área de pura mata, o que propiciou o grande potencial da região com indústrias de madeira.

Entre 1945 e 1960 ocorreu um grande avanço no aspecto populacional e no crescimento do número de domicílios. O local se constituía em ponto de referência com estradas que ligavam aos Estados do Paraná e Santa Catarina e muitas famílias de comerciantes foram instalando-se na Vila Redentora. A produção expandiu e já não era mais apenas para sobrevivência, dava-se início à expansão do comércio e ao avanço da sociedade em busca de melhorias na qualidade de vida, para isso era necessário organizar toda a estrutura existente para evitar a desordem social.

Entre 1960 e 1964 foi constituída uma Comissão Emancipacionista de Redentora, formada por representantes eleitorais da comunidade local, e os mesmos tinham a responsabilidade de convencer os governantes do Estado a emancipar a Vila Redentora tornando-o município. A comissão realizou um levantamento de dados da estrutura local e elaborou um documento relatando todos os indicadores econômicos, populacionais, área territorial, características geográficas e destacaram quais os benefícios seriam conquistados caso o parecer fosse favorável a emancipação.

Na época, Vila Redentora possuía 57 indústrias e casas comerciais dentre elas serrarias, fábricas de móveis, farmácia, hospital, postos de gasolina, hotel, moinho, oficina mecânica, Igreja, estação rodoviária onde passavam ônibus para os principais pontos do Estado, indústrias de erva mate e dois grupos escolares. Nesse momento já havia uma grande produção de cereais, criação de suínos e gado e a produção incalculável de madeira. Baseado

nestes fatos, a Comissão identificou o espaço local com todos os elementos e condições para se tornar a sede de um novo município.

O projeto de emancipação abrangia as áreas de Vila Redentora com 2.410 habitantes, a de Irapuá com 6.900 habitantes e Pedro Garcia com 1.330 habitantes, estes pertencentes ao município de Campo Novo, e Vila São João com 6.266 habitantes, pertencente ao município de Tenente Portela, totalizando 16.906 habitantes entre brancos e indígenas. Afirmou-se que a população do futuro município de Redentora atingia um número muito superior ao da Legislação vigorante.

Com apreciação desses dados o então Governador do Estado do Rio Grande do Sul, Ildo Meneghetti, com base nos artigos 87, inciso II e 88, inciso I da Constituição do Estado, sancionou o decreto da Assembleia Legislativa e promulgou a Lei 4.726 de 21 de janeiro de 1964, criando o município de Redentora, tendo sua instalação no dia 12 de abril de 1964, data em que é comemorado seu aniversário (Anexo I).

A partir desta data os primeiros passos do município seriam realizados pelo primeiro Prefeito Constant Luiz Gemelli, no período de 12/04/1964 a 31/01/1969, e pela Câmara de Vereadores composta por sete membros, Paulo Vicente de Souza, Felipe Souza da Silva, Vitor de Moura Castro, Valdoy Gonçalves de Lima, Artur Cordenonsi, Adolfo Carlos Schultz e Luiz Eudóxio Gemelli.

O município na, sua estrutura administrativa possui 09 (nove) secretarias municipais, sendo Administração e Finanças, Planejamento e Desenvolvimento, Agricultura e Meio Ambiente, Assistência Social, Educação e Cultura, Saúde, Obras e Transporte, Secretaria do Esporte, Lazer e Turismo e Secretaria Municipal do Índio. Possui também uma Sub-Prefeitura no Distrito de Vila São João e Distrito de Sítio Cassemiro, Departamento de Habitação e Conselhos atuantes.

Redentora é um município brasileiro do estado do Rio grande do Sul (RS), integrante da mesorregião Noroeste Rio-Grandense e da microrregião Três Passos, pertencente à Associação dos Municípios da Região Celeiro – AMUCELEIRO e Corede Celeiro, integrante da Rota Turística do Salto do Yucumã (maior salto longitudinal do mundo), encontra-se a 433 Km da capital Porto Alegre, possui área total de 303 km², localiza-se nas coordenadas geográficas latitude 27º39'52" S e longitude 53º38'16" W, estando a uma altitude de 545 metros em relação ao nível do mar.

Apresenta população habitacional formada por descendentes alemães, italianos e indígenas totalizando 10.222, onde conforme censo 2010 possui 3.002 habitantes na área urbana, 3.170 rural e 4.050 índios kaigang da Reserva Indígena do Guarita, área territorial 303

km² com 502 km de estradas vicinais. O clima da região é temperado, com temperatura entre 17ºC e 38ºC, sendo um clima mesotérmico úmido conforme dados da Emater, a situação econômica predomina a primária, sendo agricultura, pecuária e suinocultura.

Os municípios limítrofes são Braga, Coronel Bicaco, Miraguaí, Dois Irmãos das Missões e no rio Guarita divide-se do município de Erval Seco.

A Figura 14 apresenta a divisão municipal do estado do Rio Grande do Sul, onde se observa destacado em vermelho, o município de Redentora.

Figura 14 - Localização de Redentora no Rio Grande do Sul

Fonte: Wikipedia (2012)

Figura 15 – Imagem de satélite da cidade de Redentora com a divisão de suas vias públicas

Fonte: Googlemaps (2012)

2.4.1.1 Dados gerais

Neste item seram apresentados dados gerais do município de Redentora, como: área, densidade, PIB, Índice de Desenvolvimento Humano, entre outros que se fazem importantes para a conclusão deste projeto.

Área: 302,640 km² [2]

População: 10 222 hab. Censo IBGE/2010[3]

Densidade: 33,78 hab./km²

Altitude: 680 m

Clima: temperado

Fuso horário: UTC−3

Produto Interno Bruto (PIB) R$ 65.994 posição no Estado 265º (2007)

Produto Interno Bruto Percapita R$ 6.874 posição no Estado 483º (2007)

IDH 0,669 posição no Estado 466º

O município tem área territorial de 303 km², com grande extensão rural, várias comunidades fazem referência em dois distritos: Vila São João e Sítio Cassemiro e comunidades constituídas entre elas Vila São Sebastião, Sitio Langner, São Pio-X, Linha Soledade, Linha Mânica, Lajeado Barreiro, Sítio Bombardelli, Sítio Santos entre outros. Também ocupa o território municipal a Terra Indígena do Guarita dividida em 10 setores (

Missão, Katiu-Griá, Bananeira, Linha Mó, Estiva, Pau Escrito, Laranjeira, Mato Queimado, Irapuá e Capoeira dos Amaro).

2.4.1.2 Reserva indígena do Guarita

População Kaingang e Guarani, 1.229 famílias, 4.050 Índios, 23.406 hectares, área que já foi cultivada pelos brancos, nos dias atuais somente é permitido que o Índio usufrua o cultivo do seu território. A comunidade Indígena sobrevive basicamente do artesanato cultural e agricultura familiar, pois poucas famílias tem condições de cultivar a terra em alta escala na produção de grãos para repassar a cooperativas ou entidades privadas, o município com ações em conjunto com a FUNAI e FUNASA realizam serviços sociais oferecendo acesso a cidadania com educação, onde possuem escolas nas aldeias, saúde com 03 postos de atendimento a disposição, efetivando diariamente a presença de equipes de PSF com ambulâncias a disposição para remoção em situações de risco para hospitais de referência.

A Administração Municipal, através da Secretaria Municipal do Índio realiza trabalhos em coletividade objetivando a integração entre Índios e brancos. Programas Habitacionais e de Saneamento estão sendo realizadas nas comunidades indígenas, visando melhorias na qualidade de vida. Recentemente foi instalada a 1º Cooperativa Indígena do Sul do Brasil na Reserva do Guarita, em que a FUNAI em parceria com a Caixa Econômica, Governo Federal, Estadual e o município contribuem com a busca de recursos e implantação de projetos habitacionais visando para a inclusão social dos indígenas.

2.4.1.3 Agricultura

A base de arrecadação para o município, 80% dos habitantes são agricultores e pecuaristas, A produção do município esta baseada na atividade leiteira e grãos, na atividade leiteira tem uma produtividade que chega a 6 milhões de litros de leite ano, atividade de grãos de milho tem uma produtividade anual de 27 mil toneladas, e as lavouras de soja geram uma produtividade de 35 mil toneladas. A grande maioria são agricultores familiares que fornecem seus produtos para o comércio local, abastecem os produtos do Programa Fome Zero e fornecem também para composição da merenda escolar. A produção familiar se diversifica para legumes, frutas, verduras, derivados do leite, produção de erva mate, alguns produzem também o carvão, oriundo da madeira de eucalipto e acácia.

Os grandes proprietários de terra dedicam-se ao cultivo do milho, trigo, soja em que repassam para as cooperativas locais em busca de cotações para negociação do produto local, assim como na busca de melhores preços repassam para cooperativas para exportação. Outro

forte segmento é a produção leiteira onde empresas terceirizadas coletam diariamente, o gado de corte vem crescendo nos últimos anos, o suíno a cada 4 meses ocorrem a venda para Sadia que possui convênio com os agricultores e atualmente existe um incentivo técnico administrativo para a implantação de aviários no município, tendo em vista a indústria de frangos no município vizinho Miraguaí, que também gerou postos de emprego para nosso município. Nestes casos, os grandes proprietários empregam famílias para o preparo e cultura do solo, colheita, tratamento de animais, coleta do leite, abrigando-os em suas propriedades.

2.4.1.4 Comércio/indústria/entidades

O comércio geral urbano está compreendido em instalações para suprir as necessidades de sobrevivência, mercados, farmácias, confecções, lanchonetes, postos de combustíveis, hotéis, lojas de eletrodomésticos, informática, livraria, oficinas entre outros. Os estabelecimentos industriais atualmente existem no setor de transformação de madeira, metalúrgica e fabrica de móveis, na área rural possui uma fábrica de cachaça e uma usina de álcool que está desativada por falta de recursos humanos e mão de obra especializada, as demais são representantes de marcas e produtos de outras localidades. Existem duas agências financeiras sendo Banco Banrisul, Banco Sicredi e dois postos de atendimento, Caixa Econômica e Bradesco.

As Entidades são representadas pelo Centro de Tradições Gaúchas – CTG, Grupo de 3ª Idade, Associação dos Agricultores, Sindicato de Agricultores Rurais, Câmara de Dirigentes Lojistas – CDL, Sociedade Aquática, entidades religiosas, culturais, filantrópicas entre outros.

Para este segmento, a Câmara de Dirigentes Lojistas é a estrutura administrativa para prestar auxílio ao comércio em geral.

2.4.1.5 Educação

O município mantém 16 escolas distribuídas na área rural com 958 alunos e 02 escolas estaduais sendo uma na área urbana e uma na área rural totalizando 1.100 alunos conforme censo escolar 2009. Atualmente grandes conquistas foram a implantação de tele-centros, objetivando a inclusão digital.

2.4.1.6 Saúde

A Administração Municipal possui a estrutura de 06 estabelecimentos em saúde pública sendo 01 Unidade Básica de Saúde na cidade e 05 postos de atendimento na área rural mantidos pelo município, 08 postos na terra indígena mantidos pela Funasa e 05 estabelecimentos em saúde particular na área urbana, sendo 01 hospital e 04 consultórios odontológicos com a presença de cinco médicos para atendimento no município.

O Município dispõe de 05 equipes de PSF sendo 03 equipes indígenas e 02 equipes não indígenas, ambas com médico, enfermeiro, técnicos de enfermagem, dentista, auxiliar de enfermagem e agentes comunitários de saúde realizando o trabalho diariamente de auxilio, orientação e estatísticas, duas ambulâncias prestam serviços no município e 01 da Funasa, os postos de saúde possuem estrutura para atenção básica de saúde, nos casos de urgência e emergência, atendimentos de média e alta complexidade são removidos para hospitais de referência localizados nos municípios de Tenente Portela, Ijui, Passo Fundo, Três Passos, Santa Maria e Porto Alegre.

Ao longo dos anos, a estrutura em atenção básica evoluiu, as equipes de PSF estão capacitadas a realizar ações preventivas e curativas embora seja realizada pelos enfermeiros e dentistas, onde o médico ocupa-se com o atendimento de consultas.

As urgências já podem ser atendidas pela Unidade Básica na cidade, e o transporte de pacientes está atendendo a demanda, fator que até poucos anos era deficiente para a saúde do município.

2.4.1.7 Segurança pública

A segurança do cidadão Redentorense conta com a presença da Brigada Militar com patrulhamento ostensivo e Polícia Civil atuando nas investigações, pela grande extensão territorial, muitas ações são realizadas em parceria com os municípios de Coronel Bicaco e Miraguaí.

2.4.1.8 Projetos públicos sociais

A Administração Municipal através do secretariado desenvolve diversas ações sociais em prol do crescimento econômico e aumento na qualidade de vida, com isto, muitos projetos são elaborados visando melhorias no saneamento básico, habitação, geração de emprego e renda, capacitação, infra-estrutura urbana e rural, preservação ambiental, investimentos em saúde na compra de veículos para transporte e remoção de pacientes, aquisição de medicamentos, equipamentos e material permanente para Unidade Básica de Saúde,

construção de unidade de saúde indígena visando o benefício da saúde pública no âmbito geral. Educação adquirindo ônibus para transporte escolar e melhoria na qualidade da merenda escolar, reforma nas escolas municipais e a criação da Banda Marçal de Redentora.

Na agricultura intensifica-se a composição de patrulhas agrícolas mecanizadas, construção de cisternas e abertura de açudes, implantação de sistema de abastecimento de água, perfuração de poços artesianos, projetos que foram beneficiados via emenda parlamentar e a votação por intermédio da Consulta Popular 2009/2010, recursos para recuperação de estradas, viabilizando o bom acesso ao produtor rural no transporte de grãos e coleta diária da produção leiteira, bem como o bom acesso ao transporte escolar.

Obras de infra-estrutura estão sendo realizadas com a construção de moradias, pavimentação com pedras irregulares, e projetos foram encaminhados para sinalização de trânsito, construção de abrigo de passageiros.

3 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

3.1 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

3.1.1 Captação

No município de Redentora, a água fornecida para a população é captada a partir de poços, por não existir nas proximidades outras fontes de captação, como lagoas, barragem.

No momento, existem seis poços em perfeitas condições de abastecimento de água à população, mas apenas quatro estão em atividade. Esses quatro poços mantêm a demanda exigida pela CORSAN (figura 16) e estão numerados em sequência que vai de P1 á P6. Os poços que estão em atividades são:

Poço P1(Vermelho); Q= 7,38 m³/h; cota do terreno 90,00 m;
Poço P2 (Verde); Q= 5,25 m³/h; cota do terreno 78,00 m;
Poço P3 (Azul); Q= 9,0 m³/h; cota do terreno 79,00 m;
Poço P6 (Amarelo); Q= 10,0 m³/h; cota do terreno 45,62 m.

Esses quatros poços abastecem o reservatório do município. Em caso de estiagem, é realizada a reativação dos outros dois poços que são:

Poço P4 (Rocho); Q= 6,57 m³/h; cota do terreno 58 m;
Poço P5 (Azul Claro); Q= 3,33 m³/h; cota do terreno 87,96 m.

Figura 16 - Localização dos poços

Fonte: Próprio autor (2012)

3.1.2 Estação de tratamento de água (ETA)

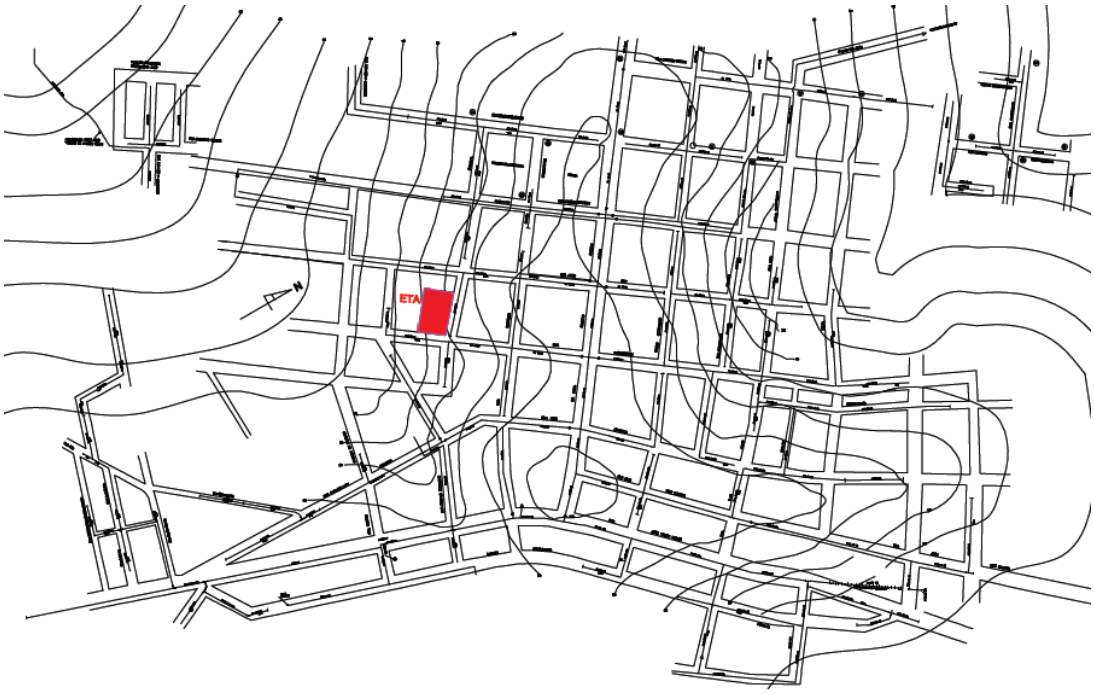
A água proveniente da captação de poços é recalcada por bomba que a levam até a ETA – Estação de Tratamento de Água localizada (Figura 17) na sede administrativa da CORSAN neste município. O tratamento utilizado para limpeza da água é do tipo convencional, sendo que a estação trata 35 L/s quando ambas as bombas estão operando.

Depois de devidamente tratada, a água sai da ETA e é armazenada em um reservatório com capacidade total de 200 m³. A partir desse reservatório, a água é distribuída por gravidade através de tubulações de PVC que a leva a todas as residências.

Figura 17 - Sede da CORSAN neste município

Fonte: Próprio autor (2012)

Figura 18 - Localização da ETA



Fonte: Próprio autor (2012)

3.1.3 Reservação

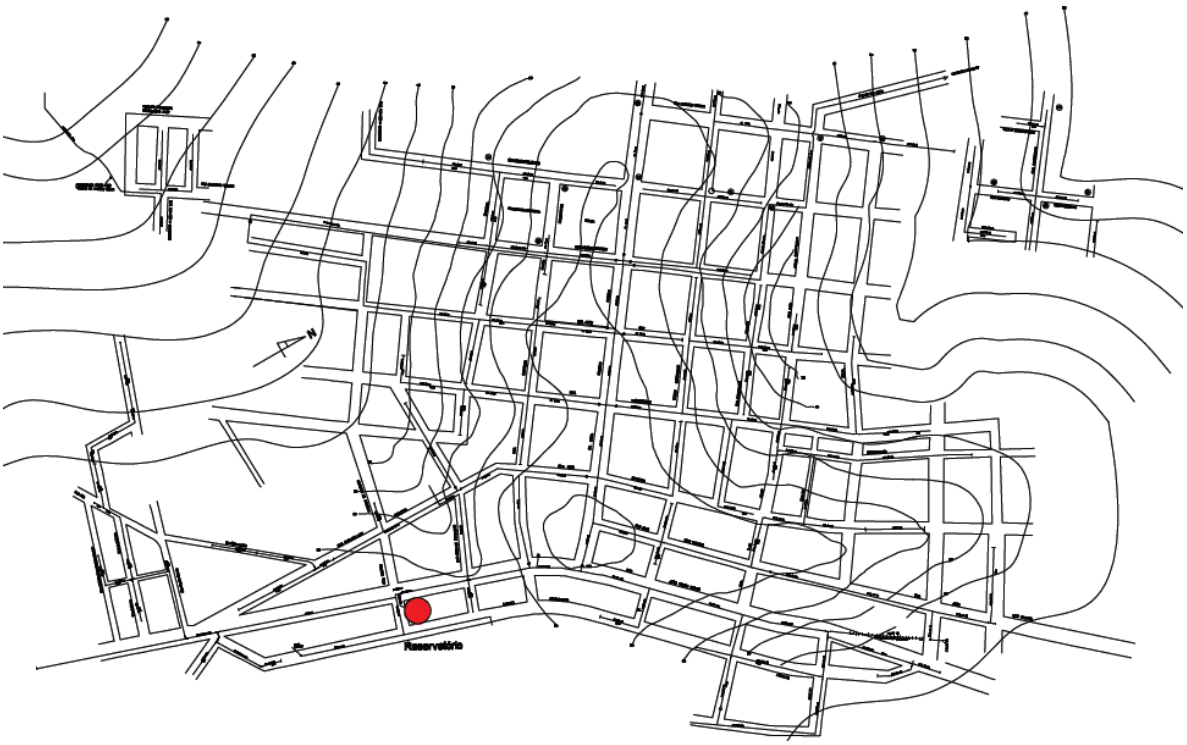
A Figura 19 apresenta a localização do único reservatório, que é representado por um ponto vermelho neste mapa.

Este reservatório tem a sua projeção elevada, tendo a sua cota de nível de água aproximada de 113 m. Comparando com a sua maior cota de nível deste município, que é de 100 m, tem-se que este reservatório está a uma altura de 13 m em relação ao ponto de maior cota do município.

Este reservatório possui uma capacidade de armazenamento de 200 m³ de água, mas, conforme relato de funcionário da CORSAN que trabalha nesta unidade, estão sendo utilizados apenas 70 % de sua capacidade. Isso ocorre porque há uma fissura na parede do reservatório e assim não tem condições de armazenar os seus 100 %.

De acordo com responsável técnico desta unidade, já foi procedida à devida notificação e passada para os responsáveis de funcionalidades da CORSAN. Esta tem conhecimento do problema e já está tomando as providências necessárias para a correção deste reservatório.

Figura 19 - Localização do reservatório



Fonte: Próprio autor (2012)

Figura 20 - Caixa d' água

Fonte: Próprio autor (2012)

3.1.4 Rede de abastecimento de água

A rede de distribuição de água foi implantada na década de 1965. Em sua maioria era de fibro amianto ou ferro fundido, um material cuja produção e comercialização está proibida no Brasil desde 15/10/1997, conforme determinação do Ministério do Meio Ambiente (disposto em Anexo II).

Este material possui baixa resistência e é de difícil manutenção devido às adaptações que são necessárias para solucionar os vazamentos, e sua substituição é onerosa por estar localizada na parte mais urbanizada da cidade.

Com o passar dos anos, foram sendo substituídas quase todas as tubulações que antes eram compostas por 100 % de fibro amianto, ferro fundido e PVC.

No quadro 2, encontram-se as seguintes tubulações.

Quadro 2 – Distribuição da rede de abastecimento de água

TUBULAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO					
COR	TUBULAÇÃO	MATERIAL			
	Ø mm	Fibro Amianto (m)	*FoFo* (ferro fundido) (m)	PVC (m)	Total (m)
	32	0	0	2879	**2879**
Roxo Claro	40	0	0	925	**925**
Vermelho	50	0	0	6347	**6347**
Azul	60	0	0	3038	**3038**
Verde	75	0	0	2678	**2678**
Marron	100	0	0	1969	**1969**
Azul Claro	125	0	300	0	**300**
Roxo	150	0	0	420	**420**
	200	0	0	0	**0**
	TOTAL				18556

Fonte: Próprio autor (2012)

No Quadro 2 apresenta-se a quantidade de tubulações em metros. A tubulação de Ø 32 mm não está representada no mapa por ser uma tubulação que recebe água da tubulação secundária do sistema. Esta tubulação representa no sistema 2879 m, que está em perfeitas condições de utilização.

A tubulação de Ø 200 mm não consta em nenhum metro, mas foi representada porque pode ser acrescentada em algum momento.

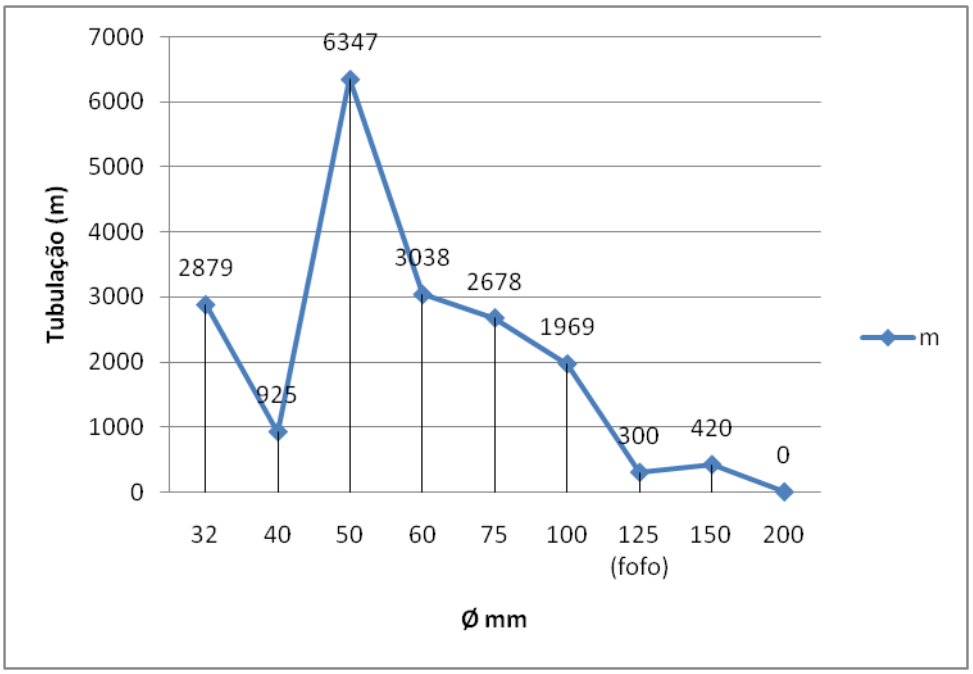
Fazendo o somatório de todas as tubulações, constata-se que estão em funcionalidades 18.566 metros de variáveis diâmetros. Pode-se ver também que, dentro desse número de tubulações, há 300 m de tubulação de ferro fundido (fofo). Esta canalização não foi substituída porque está localizada no centro da cidade, a sua posição é centralizada na pista de rolamento, que é pavimentada. Por esse motivo, se for feita sua substituição, terá de ser cortada a pista e após fazer toda a sua recuperação. Assim o valor de substituição não é viável para a Companhia de Saneamento.

Conforme uma entrevista com um funcionário da CORSAN, na época em que havia tubulação de fibro amianto em quase 60% da rede, era muito mais elevado o número de serviços executados nessa rede. Hoje, com a substituição de quase toda a rede por PVC, os problemas que estão ocorrendo não são mais tanto na tubulação reta, mas sim nas conexões, ramais e outros.

Neste município escolhido para o estudo de caso não existia nenhum tipo de mapa digital, somente um mapa em papel *datilografado*. Então, para que este trabalho fosse realizado, foi feito todo um traçado de linhas de acordo com o mapa antigo que está em anexo III.

O mapa que está sendo apresentado na Figura 21 indica os traçados de curvas de níveis de 5 m em 5 m. Apresenta uma divisão de cores por seus respectivos diâmetros, conforme a cor é o diâmetro (quadro 2). Para uma melhor visualização das tubulações, diâmetros, cotas, traçados e outros, foi apresentado Anexo III.

Figura 21 - Tubulação (m)



Fonte: Próprio autor (2012)

Esta Figura 22 representa uma melhor visualização da quantidade de metros existentes, por diâmetro, especificado abaixo do gráfico. Pelo gráfico, nota-se que a tubulação de diâmetro Ø 50 mm é a mais representativa, chegando a 6347 m de tubulações espalhadas pelo sistema. E ainda restam 300 m de tubulação de ferro fundido (fofo), a qual está sendo trocada conforme a manutenção necessária naquele local.

Figura 22 – Croqui (Planta de Tubulação)

Fonte: Próprio autor (2012)

3.1.5 Hidrometração

O Quadro 03 apresenta a quantidade de ligações no município de Redentora. Como se pode ver, são 1078 ligações de água com hidrômetro e 87 ligações sem hidrômetro. Água sem hidrômetro significa sem hidrômetro na residência. Nesse caso, a água é cobrada por uma média per capita, por pessoa que mora no imóvel. Quantificando com e sem hidrômetro, tem-se um total de 1165 ligações.

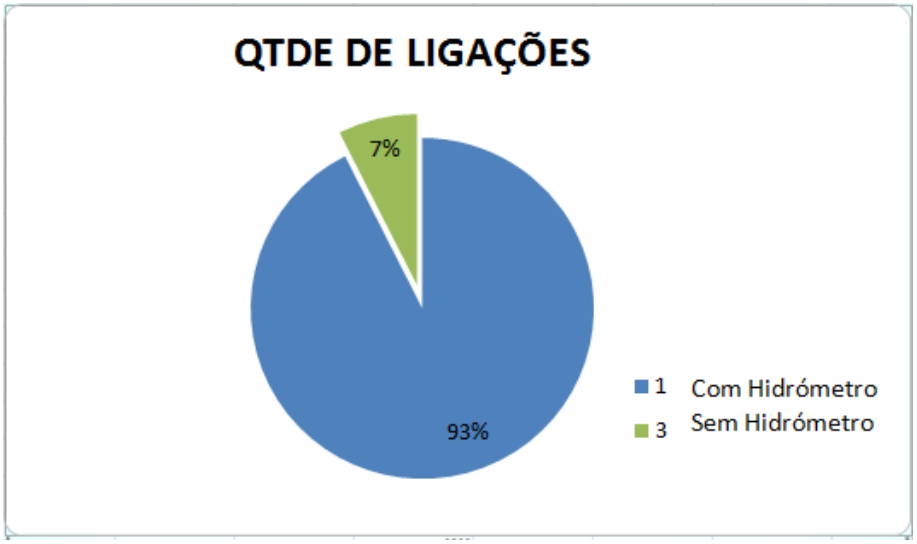
Quadro 3 – Quantidade de ligações

QUANTIDADE DE LIGAÇÕES	ÁGUA COM HIDRÔMETRO	ÁGUA SEM HIDRÔMETRO	**TOTAL**
163- REDENTORA	1078	87	1165
TOTAL DE LIGAÇÕES	**1078**	**87**	1165

Fonte: CORSAN (2012)

Esta Figura 23 apresenta apenas 7% de ligações sem hidrômetros e 93% com hidrômetro. Portando é muito pequeno o número de ligações sem hidrômetro. Com isso, tem-se que a perda não física é muito baixa.

Figura 23 – QTDE de Ligações



Fonte: CORSAN (2012)

3.1.6 Histograma de medição

Neste Quadro 4 será apresentado um relatório sobre as ligações ativas no momento em que o trabalho esta sendo realizado. De acordo com o quadro 4 será divido o números de ligações em classes econômicas que se referem às edificações e seus respectivos consumo.

Para haver um maior controle em relação à distribuição do consumo de água nas cidades é necessário que haja uma divisão de classes e essas são subdivididas em categorias. No caso estudado são consideradas cinco classes: social, residencial, publica, industrial e comercial que são conceituadas e apresentadas com suas respectivas subdivisões a seguir:

Social “RS”:

Bica Publica (BP): ponto coletivo de tombada de água.

Residencial A (RA): Economias integrantes de imoveis ocupados exclusivamente para fins de moradia com até 40 m² de área total construída, financiados por Órgãos Governamentais e destinados a atender planos sociais para pessoas de baixa renda;

Residencial A1(RA1) - Economias integrantes de imóveis ocupados exclusivamente para fins de moradia, por pessoas de baixa renda e que comprovem ter no máximo 6 (seis) pontos de água e não mais de 60 (sessenta) m² de área total construída;

Residencial “RB”

Residencial B (RB) - Economias integrantes de imóveis ocupados por entidades civis, religiosas, associações sem fins lucrativos e imóveis residenciais não classificadas na categoria social;

b) Imóveis em construção (obras), para fins de moradia, em caráter unifamiliar, durante o período de execução; concluída a obra, o imóvel deverá ser classificado, de acordo com a respectiva categoria de uso, perfeitamente identificada, a pedido do interessado ou exofício;

c) Economias integrantes de imóveis ocupados por entidades beneficentes de fins assistenciais, enquadradas segundo requisitos estabelecidos em norma própria.

PÚBLICA “P”:

PUB - Economias integrantes de imóveis ocupados exclusivamente para o exercício de atividades fins dos Órgãos da Administração Direta do Poder Público Federal, Estadual ou

Municipal e Fundações Públicas, excluídas as economias destinadas a atividades de outra natureza (comercial, residencial ou industrial).

INDUSTRIAL: Economias integrantes de imóveis ocupados para o exercício de atividades industriais, inclusive Empresas Públicas e Sociedades de Economia Mista, perfeitamente identificadas, ou através do Alvará de Funcionamento e classificadas em:

IND1 - Economia de natureza industrial, onde a água é utilizada como elemento essencial a natureza da atividade, incluída no produto final, na forma de insumo, ou como complemento, para limpeza ou refrigeração, em alguma etapa do seu processo industrial;

IND - Economias de natureza industrial, que não utilizam água como insumo de seus produtos, nem a consomem, como complemento, em qualquer etapa do seu processo industrial.

COMERCIAL: Economias integrantes de imóveis ocupados para o exercício de atividades comerciais, inclusive Empresas Públicas e Sociedades de Economia Mista, perfeitamente identificadas, ou através do Alvará de funcionamento e classificadas em:

COM – são consideradas estas economias:

a) Economias integrantes de imóveis ocupados exclusivamente para fins comerciais, exceto as enquadradas na categoria C1.

b) Empresas Públicas e Sociedades de Economia Mista, que integram a Administração Pública Indireta e que exploram atividade comercial;

c) Economias com ligações temporárias (feiras, circos, etc),

C1 – Economias integrantes de imóveis ocupados exclusivamente para fins comerciais e que não utilizam a água como complemento indispensável a atividade comercial desenvolvida, mas apenas para higiene pessoal, limpeza e instalações sanitárias e desde que o imóvel não ultrapasse a área total privativa de 100 m².

No quadro a seguir apresenta-se um relatório sobre as ligações que, no presente momento, estão ativas no município de Redentora- RS. Os dados são referentes às divisões de classes e categorias com seus respectivos consumos.

Quadro 4 – Quantidade de economias

	QTDE LIGAÇÕES	QTDE ECONOMIAS									TOTAL
		BP	C1	COM	IND	IND1	PUB	RA	RA1	RB	
Consumo Igual a 0	**45**		2	2					4	37	**45**
Consumo Igual a 1	**58**		8	4					3	44	**59**
Consumo Igual a 2	**51**		4	6			1		6	41	**58**
Consumo Igual a 3	**63**		8	5					4	57	**74**
Consumo Igual a 4	**74**		5	5			1		7	70	**88**
Consumo Igual a 5	**81**			3					7	81	**91**
Consumo Igual a 6	**90**		9	4			3		12	86	**114**
Consumo Igual a 7	**86**		6	4			1		12	78	**101**
Consumo Igual a 8	**75**		4	3					8	65	**80**
Consumo Igual a 9	**73**		3				2		10	65	**80**
Consumo Igual a 10	**70**		4	2			1		6	55	**68**
Consumo Igual a 11	**51**		3	4					7	41	**55**
Consumo Igual a 12	**39**			3			1		5	26	**35**
Consumo Igual a 13	**40**			1					6	38	**45**
Consumo Igual a 14	**33**			2					1	28	**31**
Consumo Igual a 15	**17**			2			1		3	12	**18**
Consumo Igual a 16	**22**								1	21	**22**
Consumo Igual a 17	**20**		1	1					1	17	**20**

Fonte: CORSAN (2012)

3.1.7 Consumo

Este Quadro 5 apresenta os valores de consumo médio, tendo como parâmetros as quantidades de consumo e economia que são utilizados no abastecimento de água. Cada classe de consumidores tem seu respectivo consumo.

Os resultados indicam que, o Residencial (RB) possui uma maior quantidade de consumo e economia, porém o Comercial 1(C1) apresenta uma menor quantidade de consumo. Já no item economia, a classe Pública (PUB) representa o menor valor.

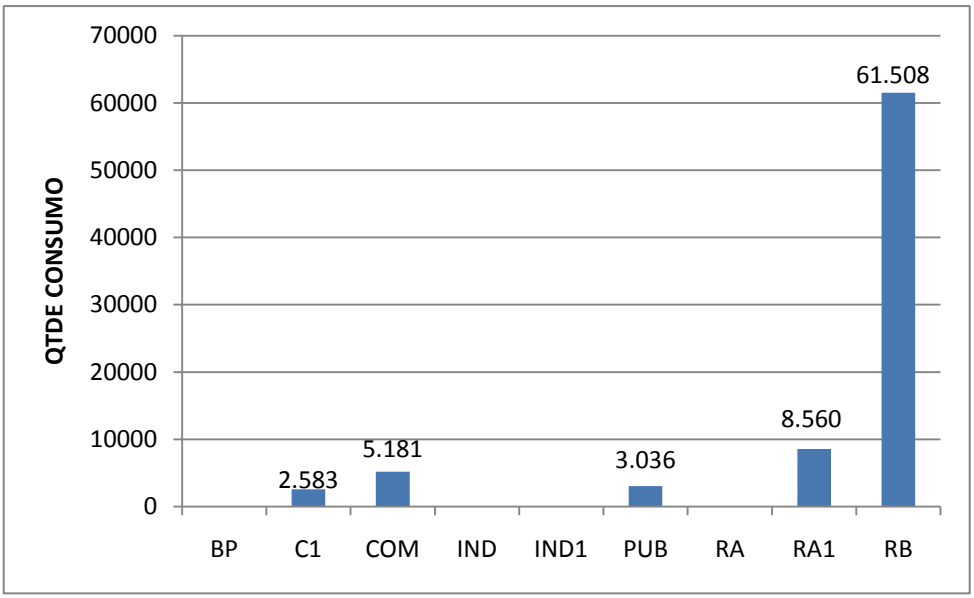
Quadro 5 – Consumo medido

	CONSUMO MEDIDO	
	QTDE CONSUMO	QTDE ECONOMIAS
BP		
C1	2.583	58
COM	5.181	61
IND		
IND1		
PUB	3.036	18
RA		
RA1	8.560	107
RB	61.508	910
TOTAL	**80.868**	**1.154**

Fonte: CORSAN (2012)

A Figura 24 corresponde à quantidade consumida de água em m³ em relação às classes de economias. Verifica-se, com clareza, a diferença de consumo entre as mesmas. Com base nesses dados, a classe RB, que representa economias integrantes de imóveis ocupados por entidades civis, religiosas, associações sem fins lucrativos e imóveis residenciais não classificadas na categoria social, apresenta mais de 60 000 m³ consumidos por todos os pertencentes da classe.

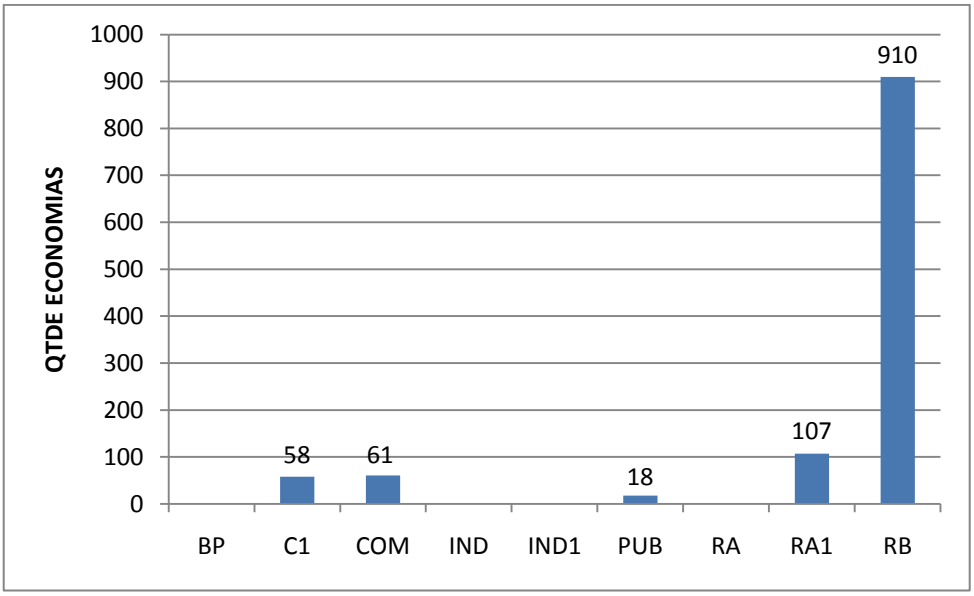
Figura 24 - Quantidade de consumo em relação às classes



Fonte: CORSAN (2012)

A Figura 25 corresponde ao número de residências que representam cada classe em relação à quantidade de economias. De acordo com o Quadro 5, é possível visualizar que a classe RB é que a apresenta maior número de economias, 910.

Figura 25 - Quantidade de economia em relação às classes



Fonte: CORSAN (2012)

O Quadro 06 representa o ponto de pico de consumo em cada classe de economia medida durante os últimos 12 meses na cidade de Redentora. Verifica-se que a economia C1

teve seu pico de consumo durante o mês de janeiro/2012; a economia COM, durante o mês de outubro/2011; a economia PUB, durante o mês de maio/2012; a economia RA1, durante o mês de fevereiro/2012; e a economia RB apresentou seu ponto de pico durante o mês de janeiro/2012.

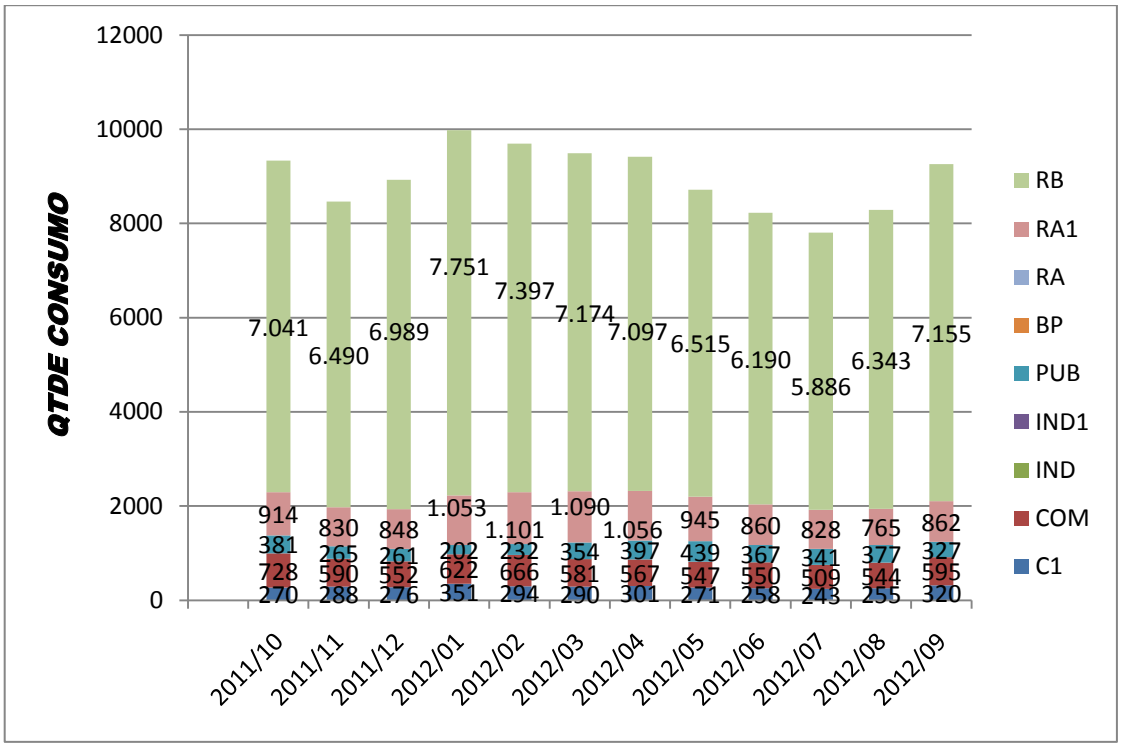
Quadro 06 – Consumo mensal por classe

CONSUMO - 163 - REDENTORA												
QTDE CONSUMO	2011/10	2011/11	2011/12	2012/01	2012/02	2012/03	2012/04	2012/05	2012/06	2012/07	2012/08	2012/09
C1	270	288	276	351	294	290	301	271	258	243	255	320
COM	728	590	552	622	666	581	567	547	550	509	544	595
IND												
IND1												
PUB	381	265	261	202	232	354	397	439	367	341	377	327
BP												
RA												
RA1	914	830	848	1.053	1.101	1.090	1.056	945	860	828	765	862
RB	7.041	6.490	6.989	7.751	7.397	7.174	7.097	6.515	6.190	5.886	6.343	7.155
TOTAL	**9.334**	**8.463**	**8.926**	**9.979**	**9.690**	**9.489**	**9.418**	**8.717**	**8.225**	**7.807**	**8.284**	**9.259**

Fonte: CORSAN (2012)

A Figura 26 demonstra cada pico de consumo medido por classe. Cada classe é representada por uma cor, e a especificação de consumo é por mês.

Figura 26 - Consumo em cada classe



Fonte: CORSAN (2012)

3.2 ÍNDICE DE PERDA DE ÁGUA - IPD %

Também chamado de Índice de Perda na Distribuição (IPD) ou água não contabilizada (ANC). O IPD relaciona o volume disponibilizado ao volume utilizado, é o mais utilizado hoje no Brasil por ser de fácil compreensão. Através deste índice, o sistema pode ser classificado quanto à sua funcionalidade em: péssimas condições, condições intermediárias e boas condições com relação às perdas.

Índices superiores a 40% representam más condições do sistema quanto às perdas. Numa condição intermediária, estariam os sistemas com índices de perda entre 40% e 25%, e valores abaixo de 25% indicam sistema com bom gerenciamento de perdas.

O Quadro 7 apresenta o IPD ocorrido durante novembro de 2011/2012 no município de Redentora. De acordo com as dados, os meses de setembro e outubro/2011e janeiro e maio/2012 apresentaram condição intermediária em relação ao gerenciamento de perdas. Os outros meses, no entanto, apresentaram más condições quanto ao mesmo, o que evidencia a necessidade de uma imediata diminuição de tais perdas.

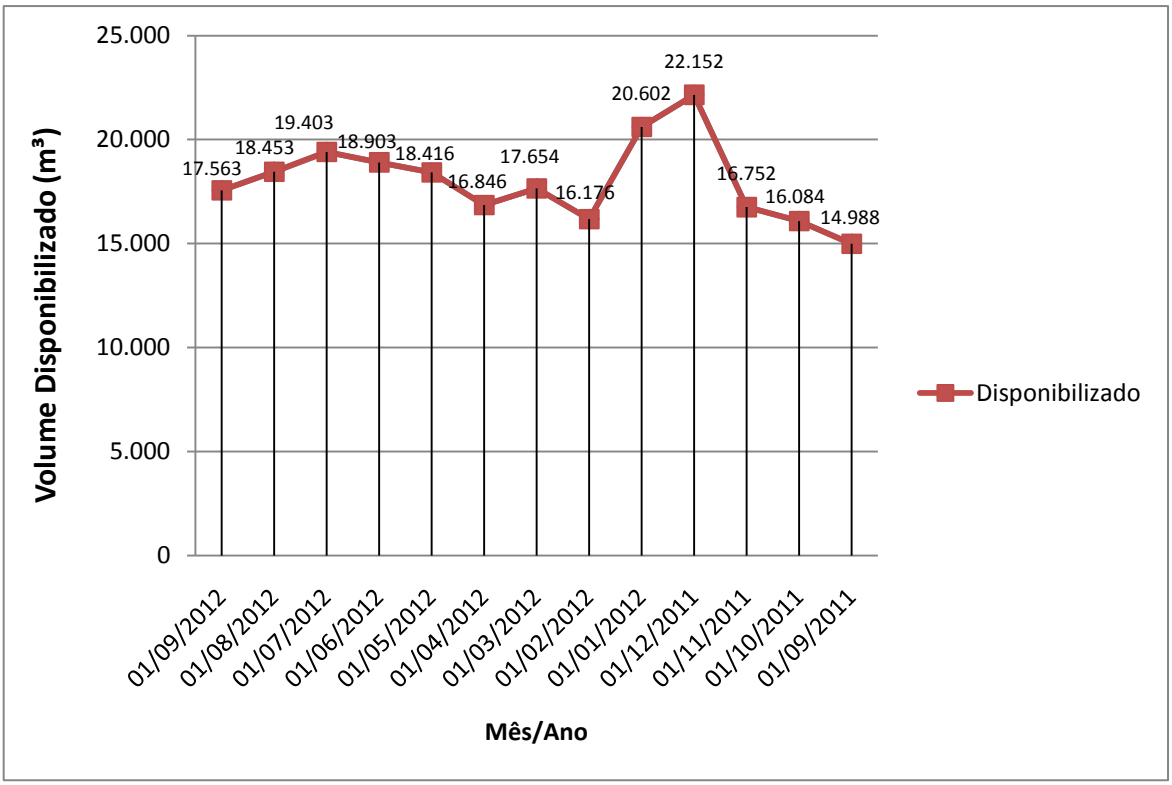
Quadro 7 – Discriminação do IPD %

Mês/Ano	Volume Disponibilizado (m³)	Volume Utilizado (m³)	PERDA DE ÁGUA MÊS (m³)	IPD (%)	IPL ((L/Dia)/Lig.)
01/09/2012	17.563	10.390	7.173	40,64	219,54
01/08/2012	18.453	9.413	9.040	48,99	272,28
01/07/2012	19.403	8.812	10.591	54,58	319,59
01/06/2012	18.903	9.331	9.572	50,64	299,03
01/05/2012	18.416	9.834	8.582	46,60	259,21
01/04/2012	16.846	10.666	6.180	36,69	194,16
01/03/2012	17.654	10.564	7.090	40,16	216,38
01/02/2012	16.176	11.002	5.174	31,99	169,43
01/01/2012	20.602	11.274	9.328	45,28	286,85
01/12/2011	22.152	10.141	12.011	54,22	371,12
01/11/2011	16.752	9.600	7.152	42,69	227,92
01/10/2011	16.084	10.560	5.524	34,34	171,18
01/09/2011	14.988	9.869	5.119	34,15	164,39

Fonte: CORSAN (2012)

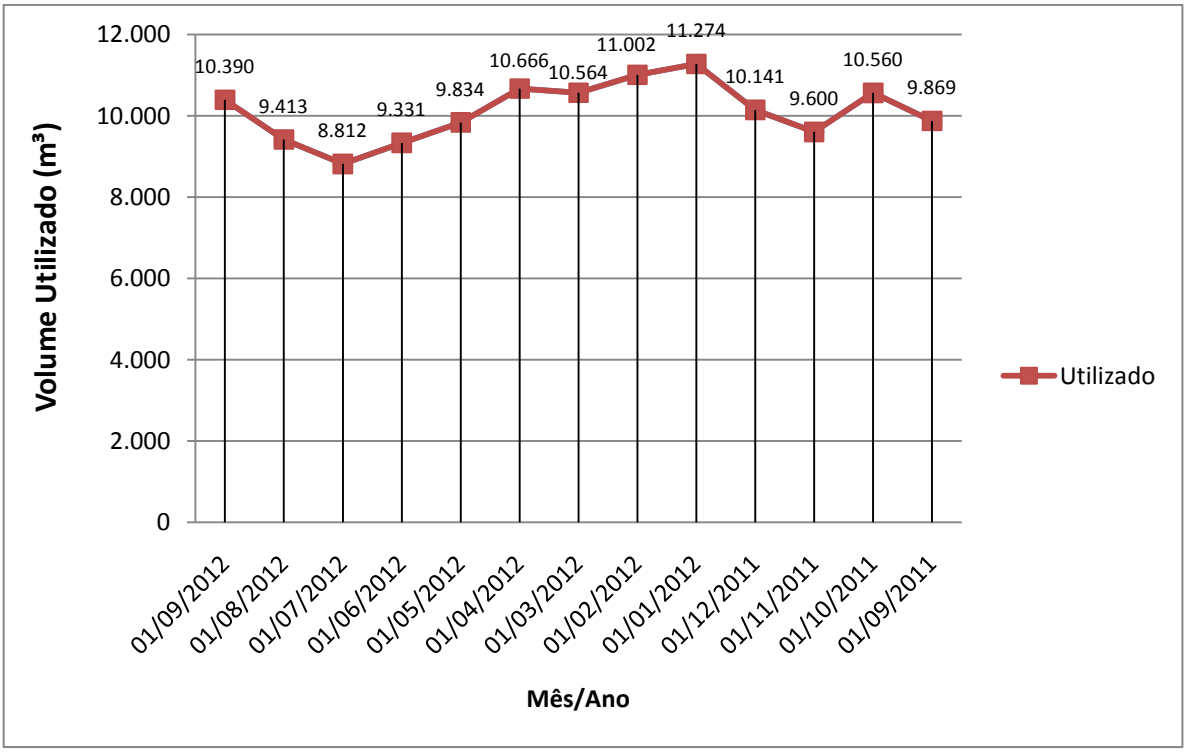
A Figura 27 representa o volume em m³ de água que é disponibilizada por mês para a população. Toda essa água é devidamente tratada.

Figura 27 - Volume disponibilizado



Fonte: CORSAN (2012)

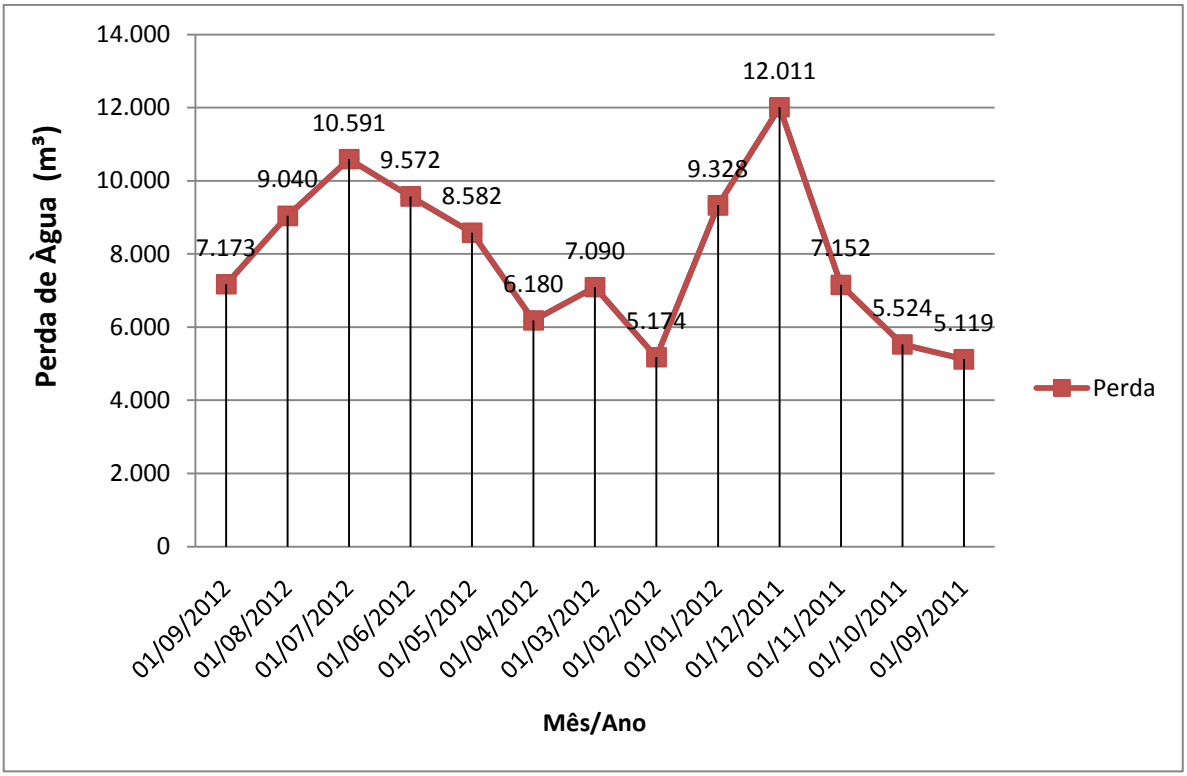
Figura 28 - Volume utilizado



Fonte: CORSAN (2012)

A Figura 28 representa o volume de água que é registrada nos hidrômetros de cada economia, tendo assim o volume que é utilizado mensalmente pela população. Esse volume está medido em m³.

Figura 29 - Perda de água

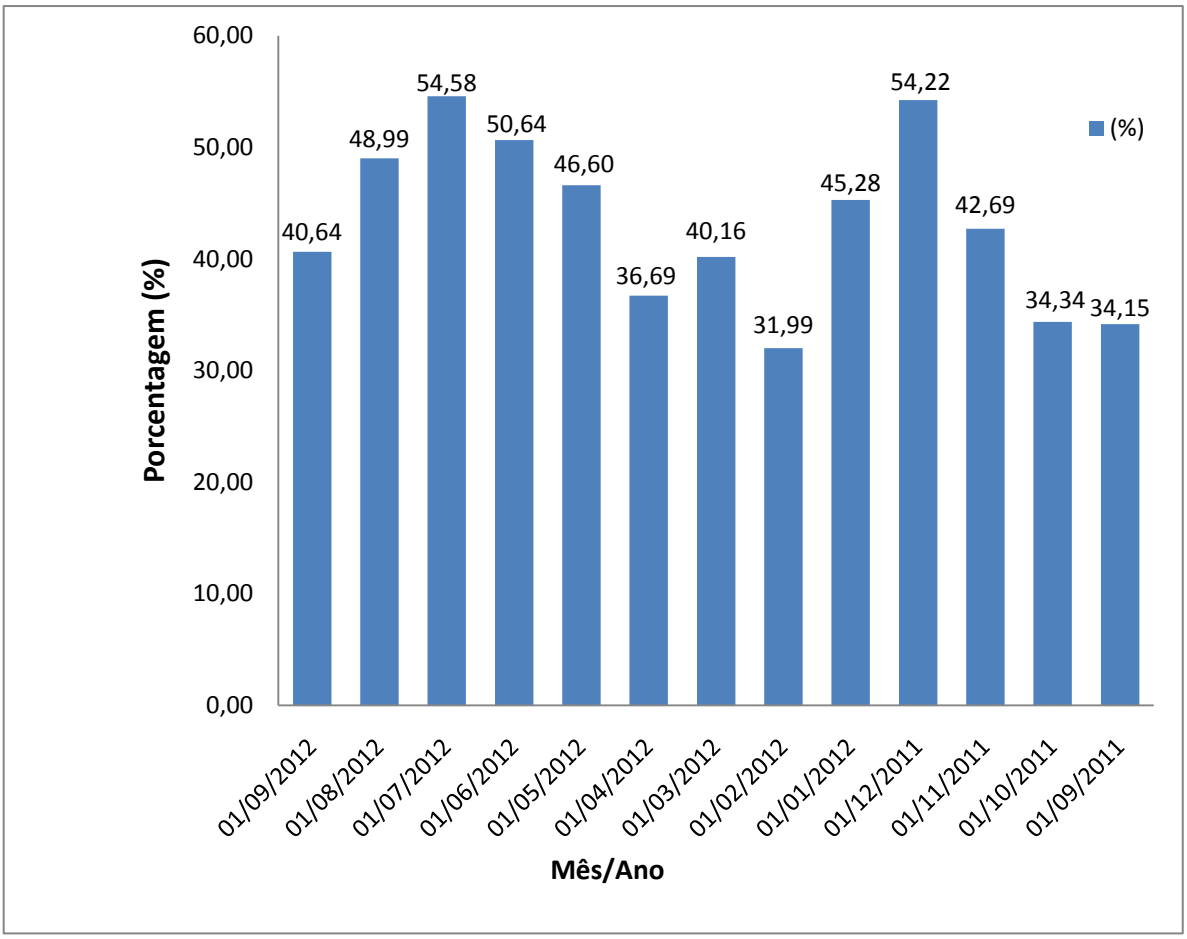


Fonte: CORSAN (2012)

A Figura 29 representa o volume de água que é tradado e não é registrado pelos hidrômetros, ou seja, o volume mensal perdido que é distribuído por perdas físicas e não físicas. Pode-se verificar que a maior perda está no mês de dezembro e que passa de 12.000 m³ em um só mês.

A Figura 30 apresenta as perdas em porcentagem para uma melhor visualização e comparação de dados. Pode-se visualizar que a maior perda ocorreu no mês de julho chegando a 54,58% de perda, e o menor ocorreu em fevereiro, com 31,99% de perda. Essas perdas estão distribuídas em perda física e não física, fazendo-se a média de um ano, a perda fica em torno de 46,75 % por mês.

Figura 30 - Perdas em porcentagem



Fonte: CORSAN (2012)

3.3 CARACTERÍZAÇÃO GERAL DAS PERDAS NO MUNICÍPIO

Os dados apresentados neste item se referem a um diagnóstico realizado deste município, que foi feito o estudo de caso. O estudo de caracterização geral das perdas consiste em analisar, visualizar os pontos mais críticos e com maior deficiência no sistema.

A caracterização foi realizada com pesquisa de campo e entrevista com funcionários, pois são os funcionários que ali trabalham que têm mais presentes os problemas no sistema de abastecimento de água, pois todos os serviços executados em todos os setores fiscais, portanto, todas as amostras estão apresentadas neste caso.

3.3.1 Características da rede de água

É de suma importância conhecer o estado de conservação das tubulações através de suas características. Um dos motivos de vazamentos e consequentemente de perdas de água

está voltado ao péssimo estado da tubulação. Por esse motivo, deve-se conhecer suas características físicas para realizar um acompanhamento correto do estado de conservação e a progressão da deteriorização do sistema.

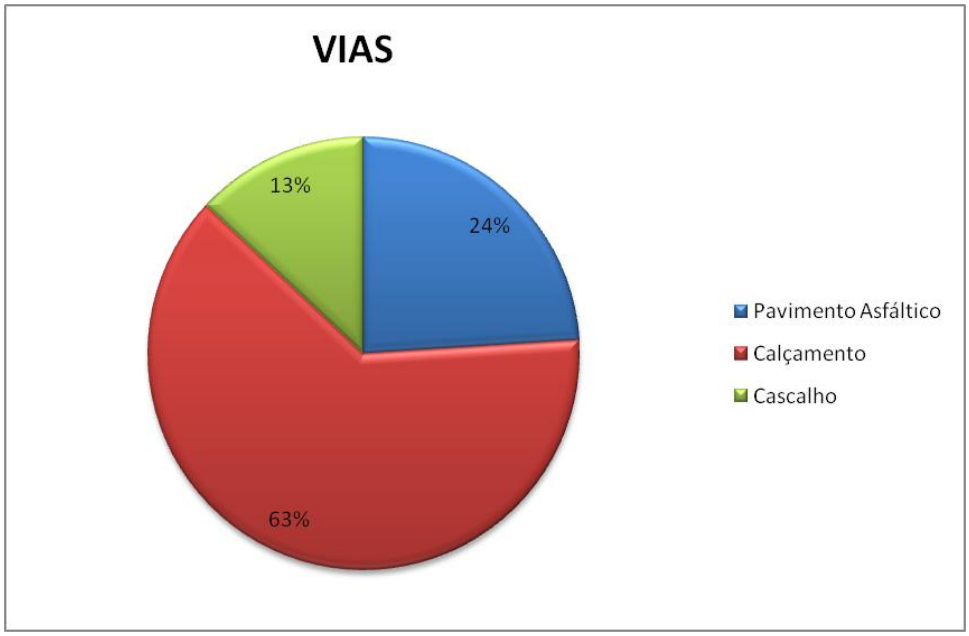
Os dados apresentados neste item se referem a toda tubulação.

Conforme um funcionário da CORSAN, o tipo de vazamento normalmente encontrado, portanto, visível, informado por cliente via atendimento telefônico ou diretamente na unidade da CORSAN deste município, é de vazamentos na tubulação. Estes ocorrem principalmente à noite, isto por que o consumo é baixo, e a pressão na tubulação aumenta relativamente comparando com a diária de horas de maior consumo.

Neste município, as vias de tráfego não são componentes determinantes na ocorrência de vazamentos, pois o município possui a maioria de suas vias de tráfego leve, apenas possui a Rodovia RS-317, a principal via de entrada na cidade com tráfego elevado e que apenas corta a cidade para ter continuidade para os demais municípios da região. Além de tudo, ao longo desta via, existem poucos imóveis com ligação de água.

As ruas que se encontram mais distantes do centro comercial da cidade em sua maioria não são pavimentadas, isto pode justificar os vazamentos encontrados na vias. Com a pressão exercida pelos veículos pesados e a má colocação da tubulação, muitas vezes apoiada em cima de rocha ou ficando uma folga abaixo da tubulação, tudo isto pode acarretar o aparecimento de fissuras e como consequência, os vazamentos não visíveis.

Figura 31 - Características das vias



Fonte: Prefeitura Municipal de Redentora (2012)

No centro desta cidade há uma tubulação (Figura 32) de ferro fundido com cerca de 300 m e de 47 anos de funcionamento. Esta tubulação ainda não foi substituída por PVC, portanto ela pode estar toda enferrujada (corrosão), e estando nessas condições a ocorrência de vazamentos não visíveis pode provocar uma perda significativa no sistema.

A corrosão ataca principalmente as peças de ligações desse tipo de tubulação, danificando as juntas de ligação e provocando um vazamento não visível e contínuo.

Figura 32 - Localização de tubulação de ferro fundido

Fonte: Próprio autor (2012)

Os vazamentos não visíveis somente são identificados a partir de um aparelho acústico (Figura 33) chamado GEOFONES, que permite a caça de vazamentos na tubulação. Esta detecção é eletrônica e permite a identificação de vazamentos em tubulações de PVC, ferro e cobre por via de ultra-som, o que permite análise para descobrir os vazamentos em tubulações que são alimentados diretamente pela rede.

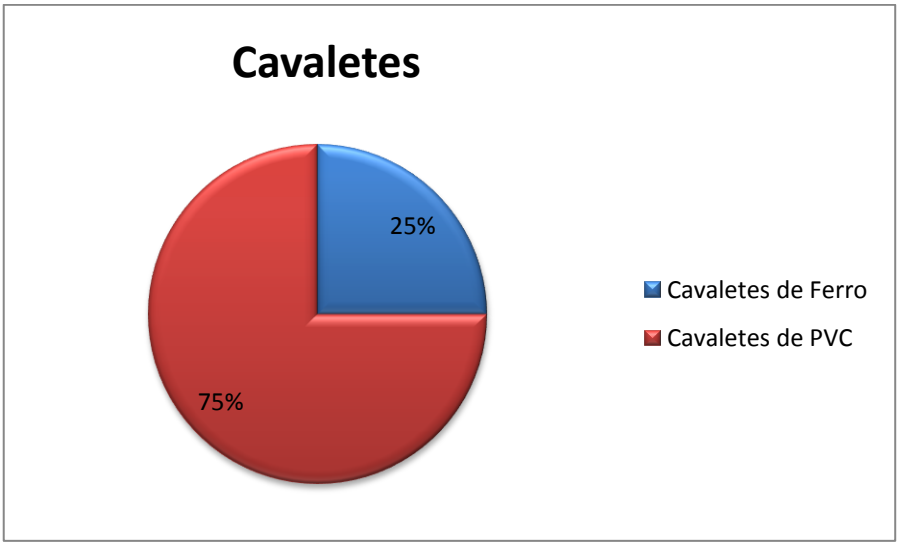
Figura 33 - GEOFONES

Fonte: Localizavazamentos.com.br

3.3.2 Características de cavalete

Os cavaletes instalados na cidade na época de sua criação eram 100% em ferro galvanizado. Atualmente, conforme a equipe de funcionários, se fossem feitos reparos sistemáticos nos cavaletes, já teria ocorrido a substituição de cavalete de ferro galvanizado por cavalete de PVC. Hoje estima-se que ainda existem cerca de 25% de cavaletes, de ferro galvanizado e 75% de PVC. A previsão é de que, até final de 2013, toda a rede seja substituída por PVC.

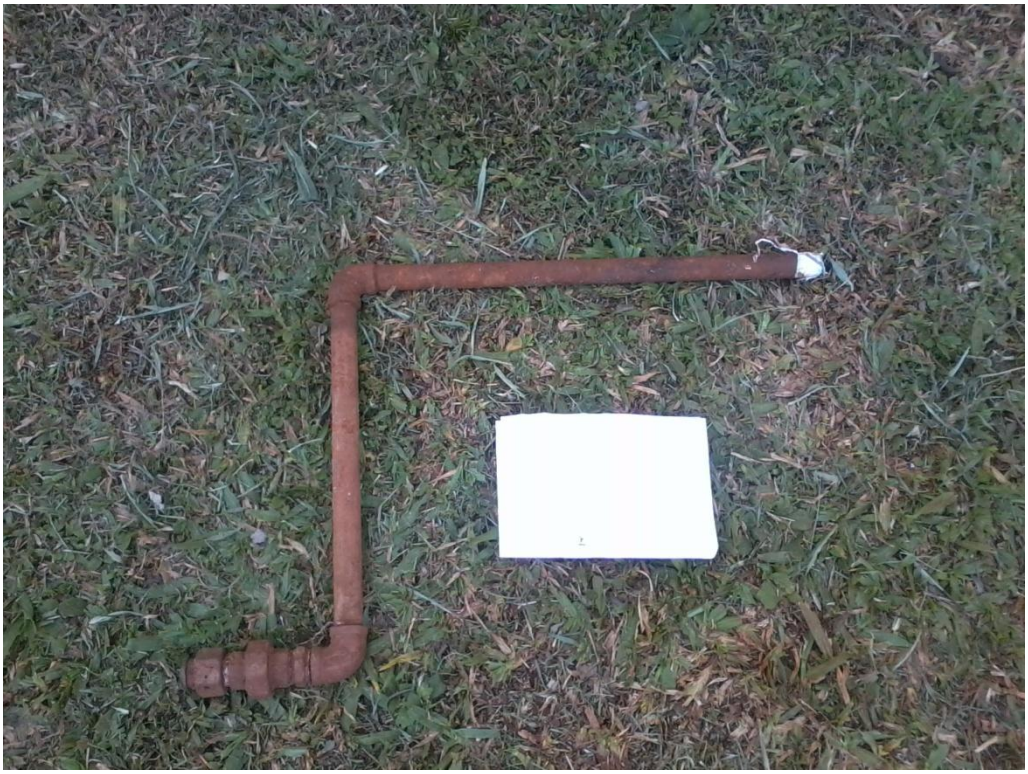
Figura 34 - Material dos cavaletes



Fonte: CORSAN (2012)

A Figura 35 apresenta um cavalete de ferro galvanizado que foi substituído por outro de PVC. Pode-se também avaliar que este já havia sido consertado varias vezes, pois as suas juntas de ligação estão todas enferrujadas, portanto há muita perda real de água por este tipo de material.

Figura 35 – Substituição de cavalete



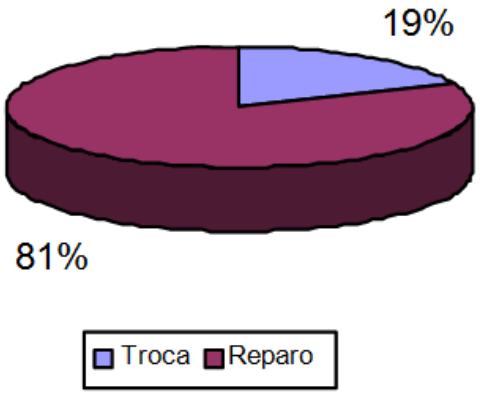
Fonte: Próprio autor (2012)

3.3.3 Características de ramais

De acordo com a SABESP (2005) - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, os vazamentos em ramais em sua maioria são sanados apenas com o reparo do vazamento, apesar de sua grande maioria ser de PEAD preto, considerado com baixa qualidade.

A Figura 36 mostra as características dos vazamentos em ramais e qual o serviço executado no ramal:

Figura 36 - Tipo de serviço executado no ramal

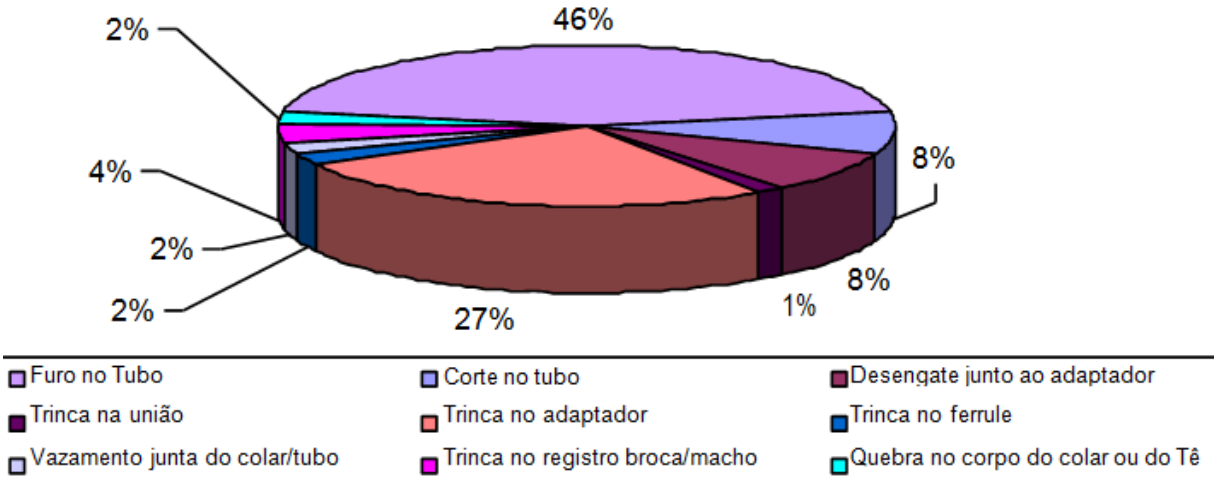


Fonte: SABESP (2005)

Para a SABESP (2005), a Figura 37 apresenta os tipos de vazamentos mais comuns nos ramais e também apresenta um detalhamento completo de suas possíveis perdas.

Conforme o gráfico, as maiores perdas significativas no ramal são provocadas por furo no tubo com 46% e trinca no adaptador com 27 %. Os demais problemas completam os 100%. Para que não ocorra vazamento no ramal esses itens citados não podem ser encontrados nos ramais.

Figura 37 - Tipo de vazamento no ramal – detalhado



Fonte: SABESP (2005)

No município de Redentora, pode-se concluir que o problema não é diferente. Há muitos problemas nos ramais e por isso deve-se fazer uma investigação minuciosa de quais são os locais que têm ramais com algum tipo de vazamento, como havia sido citado.

3.3.4 Submedição

Conforme pesquisa feita pelo engenheiro mecânico Elton J. Mello, apresentada no Quadro 8 com os resultados acumulados da primeira série de hidrômetros multijato Classe A, esses hidrômetros foram instalados em novembro de 1996. O medidor considerado como padrão estava instalado na posição horizontal, a 0º, 18°, 52°, 64° e 78°, e os índices de perdas foram calculados em relação ao volume de água por ele registrado, já que todos os hidrômetros mediram a mesma quantidade de água e estiveram submetidos a condições idênticas de operação.

Quadro 08 - Volume registrado e a inclinação do medidor

	Hidrômetro Multijato Classe A com o Ângulo de Inclinação				
	0º MA	18º MA	52º MA	64º MA	78º MA
Data da Instalação	11/11/1996	11/11/1996	11/11/1996	11/11/1996	11/11/1996
Data da Retirada	04/08/2000	04/08/2000	04/08/2000	04/08/2000	04/08/2000
Tempo de Operação (anos)	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78
Volume Registrado (m^3)	1.275,17	1.123,68	1.084,18	1.088,32	1.088,32
Volume Médio Mensal (m^3/mês)	28,1	24,8	23,9	24,0	24,0
Perdas de Medição (%)	0,0%	-11,88%	-14,98%	-14,65%	-14,65%

Fonte: MELLO (1996)

O quadro acima apresenta um hidrômetro de classe A, cuja funcionalidade é diferenciada quando a sua inclinação é aumentada. Esta pesquisa apresenta como é importante o treinamento e a especialização da mão-de-obra.

Neste município, todos os 1078 hidrômetros instalados são da classe B, mas o mercado oferece hidrômetros de classe A, B, C e C/B. A classe A é a de maior precisão entre todas elas e também de maior custo para a Concessionária de Saneamento.

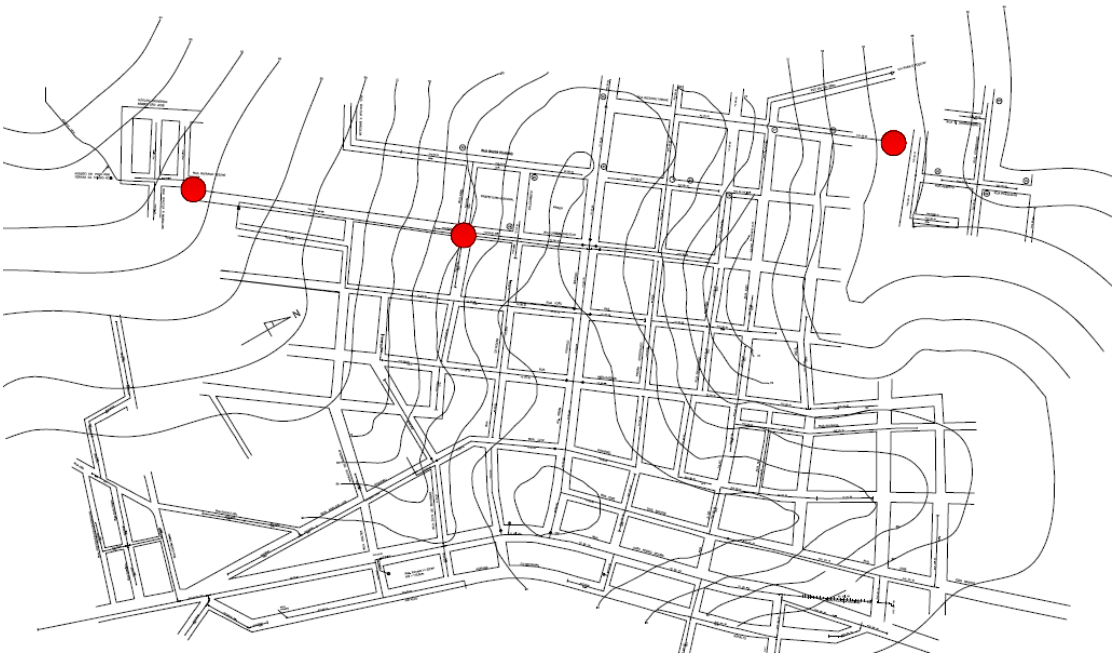
Os dados apresentados no Quadro 8 permitem concluir que, neste município, a submedição dos hidrômetros é inevitável. Os hidrômetros verificados neste município têm cerca de 8 a 10 anos de utilização e são de classe B, portanto a perda não física é relativamente alta nesses hidrômetros. Muitos desses hidrômetros instalados estão com o seu vidro muito danificado, causando embassamento do mesmo. Com essas precárias condições, ocorre submedição por parte do funcionário por não ter uma visualização adequada para a medição.

3.3.5 Pontos críticos

Durante o tempo de estudo de caso que foi realizado na cidade de Redentora/RS, foram estudados e notificados todos os pontos em que foram feitas manutenção, como em rede, ramal, cavalete e outros. Juntamente com um funcionário da Companhia de Saneamento deste município que faz manutenção da rede, foram analisados os pontos mais críticos ou de maior número de manutenção por mês.

A Figura 38 apresenta os pontos críticos de maior manutenção de rede e em seguida foram marcados em vermelho esses pontos. Os três pontos estão em bairros diferentes: o primeiro ponto que está à esquerda da figura 38, localiza-se no bairro São José; o ponto do meio está localizado no centro da cidade, e o da direita está localizado no bairro Céu Azul.

Figura 38 - Pontos críticos



Fonte: Próprio autor (2012)

As manutenções feitas nesses três pontos são as mesmas, pois a pressão que exercida nesses pontos está ocasionando o rompimento da rede. Conforme relatos de um funcionário desta Companhia, em uma manutenção feita no pondo vermelho à esquerda da Figura 38 foi constatado um vazamento em uma ligação de tubulação de PVC, que possui o diâmetro de Ø 75 mm e reduzia para Ø 60 mm e uma cota de terreno CT= 55 m. Nesta manutenção, foi utilizado o manômetro para a medição da pressão, a medição ocorreu às 02 h da manhã, e a

pressão que exercia sobre o manômetro era de 9 Kgf/cm² ou 90 mca. Conforme esta medição, ficou confirmado que a pressão estava acima da resistência da tubulação, que seria de 7,5 Kgf/cm² ou 75 mca conforme norma.

De posse desse resultado, pode-se verificar que este valor somente chega aos 90 mca no período da madrugada quando ocorre um número baixo de consumo de água. Mas, mesmo estando em baixo volume de consumo, é preciso garantir uma pressão que não ultrapasse as pressões permitidas pelo fabricante do produto. Assim não haverá problemas na rede de abastecimento.

A Figura 39 apresenta o manômetro que foi utilizado nesta medição. Este manômetro fornece os valores em Kgf/cm², mas pode-se verificar que ele se encontra em estado precário, por isso é preciso estimar um erro de submedição de ± 2 mca.

Figura 39 - Manômetro desta companhia de saneamento

Fonte: Próprio autor (2012)

3.4 PROPOSTA DE SOLUÇÕES

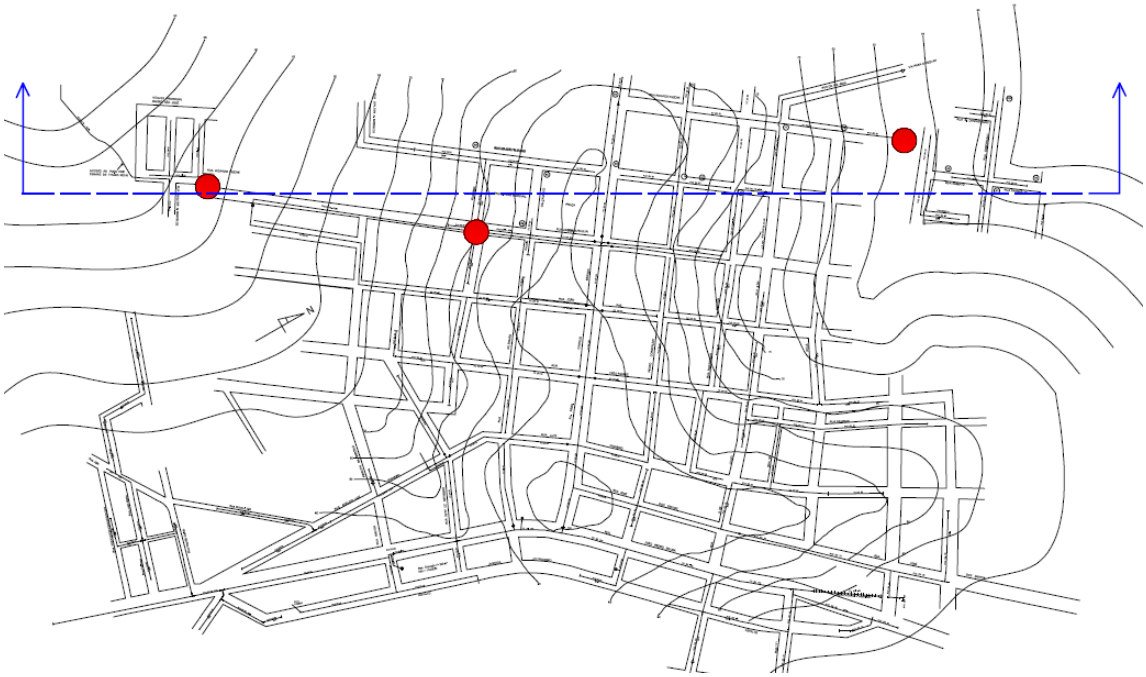
Nestes próximos itens são apresentados dois métodos para diminuir a pressão existente neste sistema em estudo. O primeiro método é a aplicação de um reservatório apoiado em solo e que tem a finalidade de diminuir a pressão existente nesses locais. O segundo método é a instalação de uma válvula redutora de pressão.

3.4.1 Método com reservatório

Um método bem simples para que a pressão fosse reduzida sem que houvesse troca de tubulação do sistema seria colocar um reservatório de queda de pressão. Para possibilitar uma melhor visualização da área que está sendo estudada, será visto o processo de regularização da pressão.

A Figura 40 apresenta uma linha transversal à cidade. Esta linha interpola os pontos mais críticos e de maior perda real do município por rompimento da rede. Procede-se, então, a um corte transversal para analisar suas cotas de terreno e se obter uma melhor visualização do perfil acidentado que se encontra nesses locais.

Figura 40 - Marcação do corte transversal

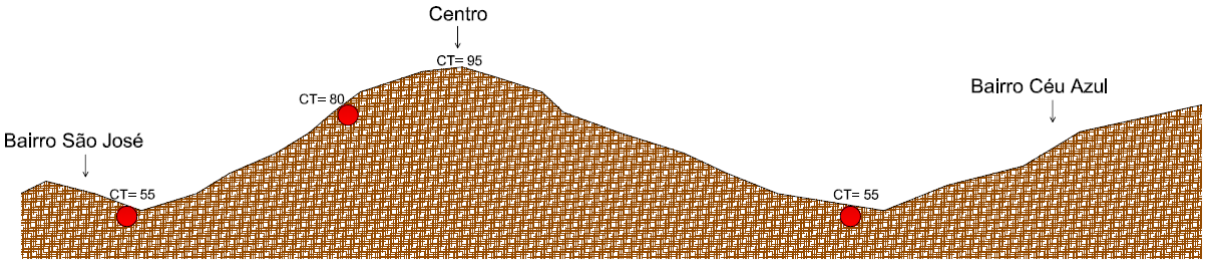


Fonte: Próprio autor (2012)

O corte transversal está apresentado na Figura 41. Este corte apresenta na vertical uma escala aumentada em 300 % para oferecer uma visualização mais ampla de como o terreno é

acidentado. Como se pode ver, os pontos mais baixos, que estão na entrada dos bairros São José e Céu Azul, estão praticamente na mesma cota. O ponto intermediário, que se encontra abaixo do centro, está a uma CT= 80m, e o problema que está ocorrendo neste local é o mesmo que os outros, pois esta tubulação, que é de Ø 40 mm, está conectada a uma tubulação de Ø 75 mm. Por a pressão estar acima do limite da rede, está ocorrendo rompimento no ponto de ligação.

Figura 41 - Corte transversal



Fonte: Próprio autor (2012)

A Figura 42 mostra os bairros que seriam beneficiados pelo abastecimento fornecido pelo reservatório de queda de pressão.

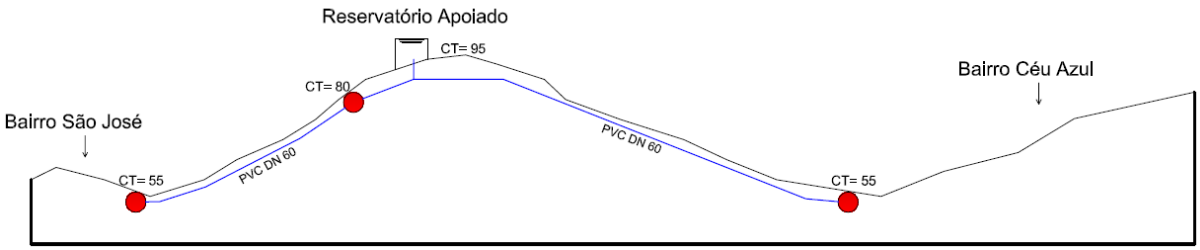
Figura 42 - Bairros a serem beneficiados

Fonte: Google street view (2012)

A Figura 43 apresenta a posição do reservatório de queda de pressão. Este reservatório tem a finalidade de diminuir a pressão existente nos pontos em vermelho e também abastecer

os bairros São José e Céu Azul com qualidade e continuidade, sem que seja interrompido o abastecimento por causa de problemas na pressão.

Figura 43 - Localização do reservatório no corte



Fonte: Próprio autor (2012)

3.4.2 Válvula redutora de pressão – vrp

As válvulas redutoras de pressão (Figura 44) são dispositivos que reduzem automaticamente uma determinada pressão de montante (alta), a uma pressão de saída estável (jusante), quaisquer que sejam as variações nas vazões e nas pressões de montante. Assim, as VRPs são válvulas de precisão automáticas, do tipo globo ou angular, de acionamento hidráulico e normalmente controlado mediante uma válvula auxiliar piloto, capaz de manter a pressão de jusante, em regime permanente, abaixo de um valor pré-determinado.

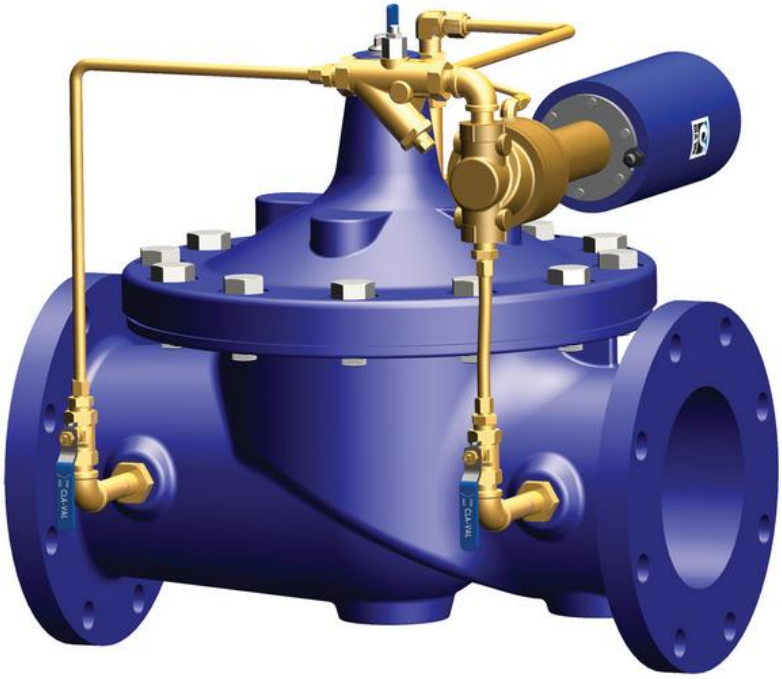
Quando a pressão normal de jusante excede o valor pré-determinado, regulado sobre o piloto auxiliar de controle, a válvula principal (VRP) e a válvula piloto fecham hermeticamente.

O sistema de controle deve ser sensível às menores variações de pressão de tal forma que controle instantaneamente a válvula principal para manter a pressão constante, à jusante, conforme especificada. Normalmente o ajuste de regulagem da pressão se realiza por meio de um parafuso ajustável localizado acima do corpo da válvula-piloto.

Vários são os fabricantes de válvulas redutoras de pressão. As marcas mais utilizadas no Brasil, principalmente na SABESP, são a WATT (tecnologia Inglesa), BERMAD , DOROT (tecnologia israelense), CLA-VAL , SINGER (tecnologia americana) e VALLOY (tecnologia brasileira).

A redução da pressão da coluna de água deve-se às perdas de carga verificadas através da válvula. Assim, quando a VRP estiver totalmente aberta, as perdas são mínimas, mas, à medida que se fecha, as perdas de carga tendem a aumentar.

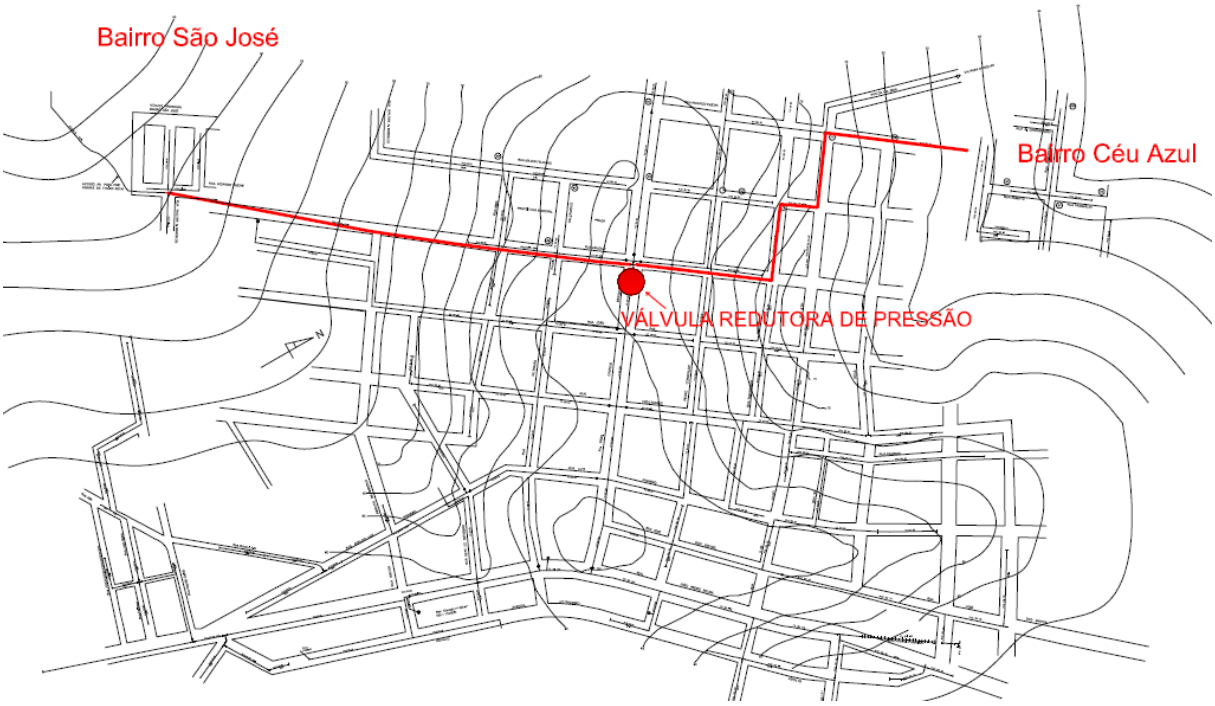
Figura 44 - Válvula redutora de pressão



Fonte: Catálogo CLA-VAL (2012)

A Figura 45 apresenta um ponto em vermelho que seria o local mais apropriado para a instalação da válvula, pois este local teria com jusante as redes de abastecimento de água do bairro São José, Céu Azul e uma parte do centro da cidade. A válvula redutora de pressão solucionaria a pressão exercida pelo sistema e, portanto seria uma solução economicamente viável, pois as perdas de água por rompimento da tubulação não existiriam nesses trechos.

Figura 45 – Local de instalação da válvula



Fonte: Próprio autor (2012)

3.4.3 Benefícios diretos das medidas adotadas

Neste item serão apresentados os bairros e as suas respectivas economias a serem beneficiadas pelas instalações de qualquer um desses dois métodos apresentados anteriormente.

A Figura 46 apresenta o bairro São José. Pela figura, pode-se ter uma melhor visualização do número de residências ali existentes, são 134 residência com abastecimento de água fornecido somente por uma tubulação. Portando, se houver qualquer problema nessa tubulação, haverá a suspensão do fornecimento de água até que seja resolvido o problema pela Companhia de Saneamento.

Figura 46 - Bairro São José

Fonte: Google street view (2012)

A Figura 47 apresenta o bairro Céu Azul. Pela figura, pode-se ter uma melhor visualização do número de residências ali existentes, são 84 residência com abastecimento de água, fornecido somente por uma tubulação. Portando, se houver qualquer problema nessa tubulação, também haverá a paralisação do fornecimento de água até que seja regularizado pela companhia de saneamento.

Figura 47 - Bairro Céu Azul

Fonte: Google street view (2012)

CONCLUSÃO

Com base nos estudos feitos no município de Redentora-RS, foram constatados diversos fatores que possibilitam o aparecimento de um grande número de vazamentos no sistema de distribuição de água. Entre esses fatores, pode-se citar a qualidade do material utilizado, a qualificação da mão-de-obra associada às ferramentas, e, principalmente a pressão elevada.

O material usualmente encontrado nos ramais é o PEAD preto. Este produto é considerado de qualidade duvidosa e, quando associado ao obturador de vazão, mais conhecido como “capa bode” utilizado no reparo dos ramais, causa um ponto frágil nos ramais e, consequentemente, gera novo ponto de vazamento.

Dos materiais encontrados nos cavaletes, boa parte ainda é de ferro fundido, embora já deveriam todos ter sido substituídos.

O material de rede encontrado na região mais antiga da cidade é o ferro fundido, atualmente muito pouco utilizado em rede de pequeno porte. Por mais que seja uma pequena tubulação, gera uma perda significativa para o sistema, portanto uma inspeção com aparelho acústico é fundamental para que não haja vazamento não-visível, e este seja contabilizado como perdas reais. As demais redes são todas em PVC. Ambas estão sob altas pressões, incidindo no aumento do volumes perdidos e influindo na quantidade das ocorrências.

Em comparação com os demais fatores apontados, a alta pressão em que o sistema de distribuição de água de Redentora opera mostra que este é o principal problema que deverá ser atacado, pois, na entrada dos dois bairros onde a pressão foi medida, a mesma extrapola o máximo estipulado pela norma.

Diante dessa situação, sugere-se que seja instalado um dos dois métodos apresentados neste trabalho. O primeiro consiste em um reservatório de queda de pressão, e o segundo uma válvula redutora de pressão, ambos podem atacar o mesmo problema. Em seguida, realizar a pesquisa de vazamentos, assim primeiro elimina-se a causa (pressões elevadas na tubulação) e depois ataca-se o problema (vazamentos). A tendência é de que os novos vazamentos demorem um maior tempo para surgirem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAs

ARAUJO PRINCE, A. Rede de distribuição. In: HELLER, L. e PÁDUA, V.L. **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006, cap. 14, pg. 603-681.

AZEVEDO NETTO, J. M.; FERNANDEZ, M. F.; ARAUJO, R.; ITO, A. E.; **Manual de Hidráulica** 8ª Edição Ed. Edgar Blucher Ltda. São Paulo, 1998.

AZEVEDO NETTO, J.M. de; RICHTER, C.A. **Tratamento de Água Tecnologia Atualizada**. In: O tratamento de água. São Paulo: Editora Edgar Blucher LTDA, 1991.p. 1-5.

BARROS, Raphael T. de V. et al. **Saneamento**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. (Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios).

DACACH, N.G**. Sistemas Urbanos de Água**. Livros Técnicos e Científicos Editora. 2a Edição. Rio de Janeiro, 1979.

GIROL, Guilherme Violato. **Análise de perdas reais em um setor do sistema de abastecimento de água no município de capinzal – SC:** formação. 2008. 62 f. Monografia (formação Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. Capinzal, 2008.

GOMES, H. P. **Sistemas de Abastecimento de Água**: Dimensionamento Econômico e Operação de Redes Elevatórias. 2a Edição. 242p. Editora Universitária /UFPB, 2004.

GONÇALVES, E. **Metodologias para controle de perdas em sistemas de distribuição de água – Estudo de caso da CAESB**. Brasília, 1998. Dissertação (Mestrado) Universidade de Brasília. Brasília – DF, 1998.

HELLER, L. (Org.); PADUA, V. L. (Org.)**. Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2006. 859 p.

IWA – **International Water Association**. Disponível em http://www.iwahq.org/1nb/home.html Acesso em 24/04/2012.

LAMBERT, A. et al. **A review of performance indicators for real losses from water supply systems**. AQUA/IWA, 2000.

LAMBERT, A.; THORNTON, J. **Avaliação de Perdas Reais**. São Paulo: Consultoria à SABESP, 2002.

MARCKA, E. **Indicadores de perdas nos sistemas de abastecimento de água** - DTA A2. Programa de Combate ao Desperdício de Água - PNCDA, Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano, Secretaria de Política Urbana, 80p. Brasília, 2004.

MELATO, Débora Soares. **Discussão de uma metodologia para o diagnóstico e ações para redução de perdas de água: aplicação no sistema de abastecimento de água da região metropolitana de São Paulo**: formação. 2010. 133 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

MOTTA, Renato Gonçalves**. Importância da setorização adequada para combate às perdas reais de água de abastecimento público**: formação. 2010. 175 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Hidráulica) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

ORSINI, E. Q. **Sistemas de abastecimento de água**. Apostila da disciplina PHD 412 – Saneamento II. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. São Paulo, SP, 1996.

PNCDA - **Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água**. Disponível em http://www.cidades.gov.br/index.php/programas/264-pcdna.html. Acesso em 25/05/2012.

SABESP. **Apostila do Curso de Perdas**. São Paulo: SABESP, 2005

SEDU/PR – **Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República**. Disponível em http://www.webartigos.com/artigos/os-sistemas-publicos-de-distribuicao-de-agua-no-brasil/60651/. Acesso em 22/05/2012.

TARDELLI FILHO, J. **Controle e Redução de Perdas**, In: TSUTIYA, M. T. Abastecimento de Água, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

TARDELLI FILHO, J. **Controle e Redução de Perdas**. In: TSUTIYA, MILTON T. ET al. Abastecimento de Água. 3a ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. P 457-525.

THORNTON, J. **Water loss control manual**. McGraw-Hill: New York, 2002.

THORNTON, J., STURM, R., KUNKEL, G., *Water Loss Control*. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 2008.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.

TSUTIYA, M. T. **Redução do custo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água. São Paulo**: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005, 185 p.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**. São Paulo, 2006, 643 p.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Gerenciamento de perdas de água e energia elétrica em sistemas de abastecimento**: nível 2 / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org). – Salvador: ReCESA, 2008. 139p.

ANEXO I

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Câmara Municipal De Redentora

REDENTORA , 16 de abril de 1.964.-

Ilmº Sr.

AGENTE MUNICIPAL DE ESTATÍSTICA

TRÊS PASSOS

Em atenção ao vosso pedido verbal feito por intermédio do senhor Arnoldo Lourenço Pfeifer , passo às mãos de V.s. a cópia integral da Lei que criou o município de Redentora , a qual tem a seguinte redação :-

LEI Nº 4.726, DE 21 DE JANEIRO DE 1.964

Cria o município de Redentora.

ILDO MENEGHETTI , Governador do Estado do Rio Grande do Sul.

Faço saber , em cumprimento ao disposto nos artigos 87 , inciso II e 88, inciso I , da Constituição do Estado , que a Assembleia Legislativa decretou e eu sanciono e promulgo a Lei seguinte:-

Artº 1º - É criado o município de Redentora, com séde na localidade do mesmo , constituido dos territórios de Redentora e de parte dos de Pedro Garcia e Irapuá , pertencentes ao município de Campo Novo e de parte do de Tenente Portela.

Artº 2º - A área do novo município tem as seguintes divisas :

ao norte - começa na estrada Redentora Tenente Portela , no ponto mais proximo da nascente do Lajeado da Quina, a qual alcança seca e réta; desce por êste Lajeado até confluir com o Lajeado Irapuá , subindo por suas aguas até a foz do Lajeado Guranis ; segue por este aguas acima , até sua nascente, de onde por linha seca e réta , alcança a estrada que forma a divisa entre o Toldo Guarita e a 1ª Secção Tupi ; segue daí pela referida estrada , em direção geral norte , até atingir o rio Guarita ;

a léste- começa no ponto em que a estrada que forma a divisa ente o Toldo Guarita e a 1ª Secção Tupi encontra o rio Guarita ; sobe por este até a fóz do Lajeado do Engenho ;

ao sul - começa na confluência do rio Guarita com o lajeado do Engenho , pelo qual sobe até sua nascente , de onde alcança por linha seca e réta , o entroncamento da Estrada Redentora - Campo Santo, com a que conduz Pedro Garcia ; segue por ésta até o ponto mais proximo da nascente do Lajeado Taimbé , a qual alcança por linha seca e reta, desce pelo referido Lajeado até a ponte da estrada da Empresa Velha ;

a oéste - começa na ponte da Estrada da Empresa Velha, sobre o / Lajeado Taimbé , seguindo pela referida estrada até seu entroncamento com a estrada Braga-Redentora ; continua por esta ultima até encontrar a estrada Redentora - Pedro Garcia , prosseguindo por éla até atingir o Lajeado Gravatá ; desce por este até confluir com o Lajeado Ulisses , pelo qual sobe até sua nascente, no limite entre os lotes 34 e 35 da 2ª Secção Guaranis; segue pelo referido limite até a nascente da Sanga Funda, desce por éla até desaguar no Lajeado São / Joaquim ; desce por este Lajeado até a foz do Lajeado que limita a / sueste os lotes 160, 158 e 157 , subindo por êle até alcançar o limite léste do lote 157; segue daí rumo norte , pelo referido limite léste dos lotes 157 , 156 , 155 e 154 , até alcançar a nascente do lajeado Tunas, desce por suas aguas, até confluir com o Lajeado Quebra Dente ; sobe por este Lajeado até sua nascente norte , no limite entre / os lotes 117 e 118 da 1ª Secção Irapuazinho , prossegue por este limite até a estrada Tenente Portela - Redentora , de onde , por linha seca e réta , alcança o extremo léste da divisa entre os lotes 12 e / 13 da mesma secção , na estrada Tenente Portela - Redentora ; segue por ésta estrada , rumo a Tenente Portela, até o pànto mais proximo da nascente do Lajeado da Quina .

CONTINUA =

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Prefeitura Municipal De Redenfora

Artº 3º - A Câmara Municipal para o primeiro príodo legislativo será constituida de sete membros que terão seus mandatos concluídos á 31 de dezembro de 1.967.

Artº 4º - Os mandatos dos primeiros Prefeito e Vice-Prefeito extinguir-se-ão á 31 de desembro de 1.967.

Artº 5º - Revogam-se as disposições em contrário.

Artº 6º - Esta Lei entrará em vigor na data de sua publicação.

PALACIO PIRATINI , em Pôrto Alegre , 21 de janeiro de 1.964.

(seguem-se as assinaturas) :

Ildo Meneghetti
Governador do Estado

Mario Mondino
Secretário do Interior e Justiça

José Antônio Aranha
Secretário da Fazenda

João Magalhães Filho
Secretário de Obras Publicas

Adolfo Antônio Fetter
Secretário da Agricultura

Ariosto Jaeger
Secretário de Educação e Cultura

Antônio Pires
Secretário da Administração

Daniel Faraco
Secretário da Economia

Arnaldo da Costa Prietto
Secretário do Trabalho e Habitação

Hélio Helbert dos Santos
Secretário da Saúde

João Magalhães Filho
Secretário dos Transportes

Amir Fortes Borges
Secretário de Energia e Comunicações.

A públicação da Lei supra , foi publicada no D. O. de 22 de janeiro de 1.964.

Em tempo : Por omissão na transcrição désta Lei, na parte que serefere às confrontações , na parte Oeste , onde se refere nos lótes números 157, 156 , 155 e 154 , por omissão feltou constar que todos são da 4ª Secção Iranduzinho, ficando assim , ressalvada essa parte.

Entendendo ter assim satisfeito o vosso pedido , valho-me da oportunidade para enviar a V. S. respeitosos votos de

SAUDAÇÕES

ANEXO II

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE

Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA

Dispõe sobre o Banimento Progressivo do Amianto

O **CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA**, no uso das competências que lhe são conferidas pela Lei n° 6.938, de 31 de agosto de 1981, alterado pela Lei n° 8.028, de 12 de abril de 1990, regulamentadas pelo Decreto n° 99.274, de 6 de junho de 1990, alterado pelo Decreto n. 3942, de 27 de setembro de 2001, tendo em vista o disposto em Regimento Interno.

Considerando que no Brasil somente o uso do amianto crisotila ainda é permitido por Lei, conforme o disposto na Lei n° 9.055, de 1º de junho de 1995, regulamentada pelo Decreto n° 2.350, de 15 de outubro de 1997, que proibiu a produção, a industrialização, utilização e comercialização das fibras de amianto do tipo anfibólio de produtos que a contenham;

Considerando o disposto na Convenção 162 da Organização Internacional do Trabalho -OIT, ratificada no Brasil em 22 de maio de 1991, pelo Decreto Executivo n° 126.

Considerando o Critério Saúde Ambiental n° 203 de 1998 da Organização Mundial de Saúde-OMS, sobre amianto crisotila, que afirma entre outros que: a exposição ao amianto crisotila aumenta os riscos de asbestose, câncer de pulmão e mesotelioma da maneira dependente em função da dose;

Considerando a aplicação de amianto crisotila nas membranas de diafragma usadas para a produção de cloro-soda, ainda como essencial até o momento, conforme os termos da Lei n° 9.976, de 3 de junho de 2000;

Considerando que o desenvolvimento tecnológico permitiu a redução das poeiras de amianto nos ambientes de trabalho, das indústrias e da mineração, para níveis mais rigorosos, o que não acontece ao longo da cadeia comercial de prestação de serviços dos produtos que utilizam fibras de amianto crisotila;

Considerando que se trata de matéria já disciplinada por Lei e Decreto Federal e desse modo, conforme parecer da Consultoria Jurídica do Ministério do Meio Ambiente, cabe somente ao Congresso Nacional se pronunciar sobre o assunto com a edição de nova lei

ou a Presidência da República enviando Projeto de Lei a consideração do Congresso Nacional, se for o caso, resolve:

Aprovar Moção a ser dirigido ao Congresso Nacional, à Presidência da República, ao Excelentíssimo Senhor Ministro da Saúde, ao Excelentíssimo Senhor Ministro das Minas e Energia, ao Excelentíssimo Senhor Ministro do Trabalho e ao Excelentíssimo Senhor Ministro do Desenvolvimento da Indústria e Comércio Exterior, recomendando:

1. A proibição imediata do uso das fibras de amianto crisotila em artigos classificados como brinquedos e artefatos de papel ou papelão;

2. A proibição da utilização do uso das fibras de amianto crisotila em equipamentos industriais, como lonas de freios e embreagens, à partir de 31 de dezembro 2003;

3. Que as peças de reposição em sua embalagem devem constar: Contém amianto, Utilizar Equipamento de Proteção Individual-EPI Ao cortar ou furar não respire a poeira gerada, pois pode afetar gravemente a saúde e causar câncer;

4. A proibição da utilização do uso das fibras de amianto crisotila em unidades de sistemas de abastecimento de água, como caixas d’água, tubulações, conexões.

5. A proibição da utilização do uso das fibras de amianto crisotila em artefatos de uso domésticos, comerciais e industriais, como telhas e caixas d'água, a partir de 31 de dezembro 2005;

6. Que os artefatos, citados no item 4°, em sua embalagem devem constar o alerta citado item 3;

7. Que os artefatos citados no item 4 comercializados a particulares devem ser acompanhados de Equipamento de Proteção Individual-EPI;

8. A proibição do uso das fibras de amianto crisotila, a partir de 31 de dezembro de 2008, em membranas de diafragma na produção de cloro-soda;

9. Que até esta data deverá ser feita uma reavaliação e definição sobre a necessidade da continuidade de seu uso diante das evidências científicas e das condições tecnológicas do setor.

ANEXO III

ANEXO IV