

PLANO DIRETOR PARA CONTROLE DE PERDAS EM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE NANTES/SP



MUNICÍPIO DE NANTES - SP  
RELATÓRIO FINAL CONSOLIDADO

novembro/2021

Sumário

APRESENTAÇÃO .....	8
➤ Objetivo .....	8
➤ Atividades a serem realizadas .....	9
1. ELABORAÇÃO DE BASE CADASTRAL DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA ...	10
1.1. Sistema de Captação do Poço P 01 – Rua Silveira Martins .....	11
1.2. Sistema de Captação do Poço P02 – Rua Urias Lemes dos Santos .....	14
1.3. Sistema de Captação do Poço P03 – Final da Rua Guarani .....	17
1.4. Sistema de Reservação da Sede de Nantes .....	19
1.5. Sistema de Captação do Poço P04 – Final da Rua Âmbar (Loteamento Pedra Redonda), 20 .....	20
1.6. Sistema de Reservação do Loteamento Pedra Redonda .....	21
2. PROJETO DE SETORIZAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO .....	23
2.1. Estudo para Elaboração de Setores de Abastecimento .....	23
2.1.1. Considerações Iniciais .....	23
2.1.2. Delimitação dos setores .....	24
2.1.3. Estimativa do número de ligações e vazão de abastecimento dos setores .....	25
2.1.4. Análises dos Reservatórios .....	25
2.1.5. Parâmetros utilizados nos cálculos das vazões .....	26
2.1.6. Setores do sistema de distribuição de água .....	26
2.1.7. Descrição dos Setores de Abastecimento .....	27
2.1.7.1. Setor de Abastecimento SEDE – Setor 01 (ZONA ALTA) .....	27
2.1.7.2. Setor de Abastecimento Loteamento Pedra Redonda - Setor 02 .....	29
2.2. Diagnóstico .....	29
2.2.1. Orçamentos .....	30
3. DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE VAZÃO E PRESSÃO ATRAVÉS DE PITOMETRIA OU MEDIDOR ULTRASSOM, CONSIDERANDO O DIÂMETRO DAS TUBULAÇÕES. ....	33
3.1.1. Medições de vazão e pressão com Medidor Ultrassônico de vazão .....	33
3.1.2. Poço Artesiano P1 .....	34
3.1.3. Poço Artesiano P02 .....	35
3.1.4. Poço Artesiano P03 .....	36
3.1.5. Quadro Geral com os Resultados obtidos nas medições de vazão e pressão nos poços Artesianos .....	37
4. ELABORAÇÃO DO PROJETO DE SISTEMA DE MACROMEDICÃO DE VAZÃO E SENSORES DE CONTROLE DE NÍVEL COM TELEMETRIA .....	38
	2

4.1.1. Introdução .....	38
4.1.2. Controle de Perdas .....	39
4.1.3. Aquisição e Tratamento dos Dados .....	39
4.1.4. Registro Histórico - Banco de Dados .....	39
4.1.5. Sistema Informatizado .....	40
4.1.6. Central de Controle Operacional .....	40
4.1.7. Transmissão de Dados .....	40
4.1.8. Estudos, Controle, Acompanhamento e Planejamento Operacional .....	41
4.1.9. Monitoramento das Perdas .....	41
4.1.10. Volumes Macromedidos .....	42
4.1.11. Volume Micromedido .....	42
4.1.12. Setor de Abastecimento .....	42
4.1.13. Aferições .....	42
4.1.14. Perdas da Adução e Reservação - Redes Primárias .....	43
i. Vazões Mínimas Noturnas .....	43
ii. Pressões .....	44
4.1.15. Funções Incorporadas nos Macromedidores de Vazão .....	44
a. Relação de Fornecedores .....	45
b. Comparação entre os tipos de Macromedidores de Vazão .....	45
c. Tipos de Modelos de Sensores de Nivel .....	46
d. Seleção de alguns tipos de Sensores de Nivel .....	46
4.1.16. Considerações Gerais .....	49
4.1.17. Localização dos Medidores de Vazão .....	49
4.1.18. Definição e Localização dos Sensores de Nivel e Automação .....	52
4.1.19. Planilha de Orçamentos dos Sensores de Nivel .....	52
4.1.20. Características principais do Projeto de Automação e Controle dos medidores de vazão e nível com a Telemetria .....	52
4.1.21. Orçamento Estimado para Estações Remotas e CCO .....	53
4.1.22. Caixas de alvenaria para abrigo dos macromedidores de vazão .....	55
4.1.23. Calibração e Aferição dos Macromedidores de Vazão .....	55
5. DIAGNÓSTICO E ESTUDOS PARA MELHORIA DAS UNIDADES OPERACIONAIS	57
5.1. Pesquisa de Vazamentos não Visíveis .....	57
5.1.1. Introdução .....	57
5.1.2. Pressão Alta .....	57

5.1.3. Frequência de vazamentos .....	57
5.1.4. Localização dos vazamentos .....	57
5.1.5. Ondas de pressão .....	58
5.1.6. Deterioração das tubulações .....	58
5.1.7. Projeto de Pesquisa de Vazamentos para Nantes .....	58
5.1.8. Plano de trabalho .....	59
5.1.9. Método de pesquisa de vazamentos adotado .....	60
5.1.10. Procedimentos de Campo para Detecção de Vazamentos Não Visíveis .....	61
5.1.11. Aspectos Comportamentais .....	66
5.1.12. Equipamentos necessários para estrutura de 01 (uma) equipe de pesquisa .....	66
5.1.13. Substituição de Redes de Distribuição de Ferro Fundido e Cimento Amianto .....	67
5.2. Manutenção Dos Reservatórios Metálicos Existentes .....	69
5.3. Elaboração e Renovação de Outorgas para os Poços Artesianos .....	69
6. PROCEDIMENTOS PARA ELABORAÇÃO DOS ÍNDICES DE PERDAS DE ÁGUA SETORIAL E GLOBAL .....	70
6.1. Apresentação .....	70
6.2. Indicadores de erdas de Água no Sistema de Abastecimento .....	71
6.3. Indicadores Básicos de Desempenho .....	72
6.4. Índice de Perda na Distribuição (IPD) ou Água Não Contabilizada (ANC) .....	72
6.5. Índice de Perda de Faturamento (IPF) ou Água Não Faturada (ANF) .....	73
6.6. Índice Linear Bruto de Perda (ILB) .....	73
6.7. Índice de Perda por Ligações (IPL) .....	73
6.8. Indicadores Intermediários e Avançados .....	73
6.8.1. Indicadores específicos de perda física relacionados a condições operacionais .....	74
6.8.2. Índice de Perda Física na Distribuição (PFD) .....	74
6.8.3. Índice Linear de Perda Física (ILF) .....	75
6.8.4. Índice Linear Ponderado de Perda Física (ILP) – indicador avançado .....	75
6.8.5. Indicadores de desempenho hídrico do sistema .....	76
6.8.6. Índice de Perda Física na Produção (PFP) .....	76
6.8.7. Índice de Perda Física na Adução (PFA) .....	77
6.8.8. Índice de Perda Física no Tratamento (PTR) .....	77
6.8.9. Índice Total de Perda Física (TPF) .....	77
6.9. Índice de Perdas no Sistema de Abastecimento de Água de Nantes .....	78
6.10. Índice de Perdas Médio .....	79

6.11. Porcentagens dos fatores que compoem o Índice de Perdas Total.....	79
6.12. Procedimentos para Implantação do Monitoramento dos Índices de Perdas.....	79
6.13. Gerenciamento das Perdas Físicas.....	80
6.13.1. Esquema Geral .....	80
6.13.2. Áreas de Controle .....	81
6.13.3. Setores e Zonas de Pressão .....	82
6.13.4. Distritos Pitométricos.....	83
6.14. Parâmetros Básicos de Controle das Perdas de Água.....	84
6.14.1. Nível Mínimo de Vazamentos.....	84
6.14.1.1. Vazão Mínima Noturna .....	85
6.14.1.2. Pressão Média Noturna.....	86
6.14.1.3. Fator de Pesquisa.....	86
6.14.2. Análise Econômica .....	86
7. DIAGNÓSTICO DE MICROMEDIÇÃO.....	88
7.1. Primeira Etapa: Planejamento.....	89
7.2. Segunda Etapa: Execução.....	90
7.3. Terceira Etapa: Verificação Dos Resultados.....	91
7.4. Plano Estratégico Visando A Manutenção Preventiva E Elaboração De Procedimentos Para O Controle Do Gerenciamento.....	91
7.5. Número de ligações de Água.....	92
7.6. Especificação Técnica Do Hidrômetro Taquimétrico Unijato Com Vazão Máxima De 1,5 m3/hora.....	94
7.7. Especificação Técnica para Caixa de Proteção para Hidrômetro, (Padrão SABESP).....	94
8. RESUMO DOS INVESTIMENTOS.....	97
9. RESULTADOS ESPERADOS.....	101
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102
11. DESENHOS:.....	103
12. ARQUIVO DIGITAL COM AS LIGAÇÕES, ENDEREÇOS E RESPECTIVOS HIDRÔMETROS EM CD-ROOM.....	104

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Afloramento do poço.....	12
Figura 2 - Localização .....	12
Figura 3 - Localização do Poço P1 na cota 410.....	12
Figura 4 - Dispositivos: laje de proteção sanitária e tubo para medição de nível.....	13
Figura 5 - Destaca-se o macromedidor com totalizador de volumes captados.....	13
Figura 6 - Válvula de retenção no cavalete de recalque.....	13
Figura 7 - Tubulação de PVC - PBA DN 80 mm (rede elevatória).....	13
Figura 8 - Afloramento .....	15
Figura 9 - Localização .....	15
Figura 10 – Dispositivos; Tubo medidor de nível, laje de proteção sanitária.....	15
Figura 11 - Válvula de retenção no cavalete.....	15
Figura 12 - Macromedidor, destacando-se o totalizador de volumes.....	16
Figura 13 - Quadro de comando.....	16
Figura 14 - Localização .....	17
Figura 15 - Afloramento .....	17
Figura 16 - Localização geográfica dos poços P1 P2 e P3.....	17
Figura 17 - Dispositivos, tubo de medição de nível, laje de proteção sanitária.....	18
Figura 18 -Válvula de retenção.....	18
Figura 19 - Medidor destacando-se o totalizador de volumes captados.....	18
Figura 20 - Detalhe do Medidor Woltmann (quebrado).....	18
Figura 21 – Quadro de comando.....	19
Figura 22 -Quadro de comando .....	19
Figura 23 – Vista Geral R1 e R2.....	19
Figura 24 – Localização R1 e R2.....	19
Figura 25 - Vista Geral do Poço P04.....	20
Figura 26 - Localização geográfica.....	20
Figura 27 - Localização geográfica.....	21
Figura 28 - Dispositivo: Laje de proteção sanitária e tubo medidor de nível.....	21
Figura 29 - Quadro de comando.....	21
Figura 30 - Vista do macromedidor de vazão dos volumes captados.....	21
Figura 31 – R3.....	22
Figura 32 – R4.....	22
Figura 33 - Equipamento portátil.....	33
Figura 34 – Conjunto de sensores, cabos, display, etc.....	33
Figura 35 - Sensores a serem fixados nas redes.....	34
Figura 36 - Conjunto incluindo Display, memória e processador.....	34
Figura 37 - Medidor Ultrassônico de Vazão.....	35
Figura 38 - Medidor Ultrassônico de Vazão.....	35
Figura 39 - Medidor Ultrassônico de Vazão.....	36
Figura 40 - Medidor Ultrassônico de Vazão.....	36

Figura 41 - Medidor Ultrassônico de Vazão.....	36
Figura 42 - Medidor Ultrassônico de Vazão.....	36
Figura 43 - Medidor Ultrassônico de Vazão.....	37
Figura 44 - Medidor Ultrassônico de Vazão.....	37
Figura 45 - Ilustração de seção de tubulação incrustada.....	68
Figura 46 - Esquema geral do gerenciamento de perdas físicas.....	82

## APRESENTAÇÃO

A VM ENGENHARIA LTDA – EPP apresenta neste Relatório Final do Plano Diretor para Controle de Perdas no Sistema de Abastecimento de Água no Município de Nantes as atividades, conforme cronograma físico-financeiro, previstas no Termo de Referência firmado com a Prefeitura Municipal de Nantes. O objetivo deste trabalho é a obtenção de ferramentas que possam monitorar e controlar a implantação de ações efetivas no que se refere ao Combate a Perdas de Água.



Os trabalhos foram iniciados após a emissão de Ordem de Serviços, em 15/04/2021.

Especial atenção se dê aos 5 desenhos apresentados em anexo, a saber:

- CADASTRO DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO 01\_02 E 02\_02;
- PONTOS DE MEDIÇÃO DE VAZÃO, PRESSÃO E ESTAÇÕES REMOTAS; que faz parte do Projeto do Projeto De Sistema De Macromedição De Vazão E Sensores De Controle De Nível Com Telemetria
- SETORIZAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA 01\_02 E 02\_02, que faz parte do Projeto de Setorização.
- Está em arquivo digital a relação dos hidrômetros e economias cadastrados em Nantes.
- METODOLOGIA DA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS REALIZADOS.

### Objetivo

A elaboração do Plano de Combate à Perdas de Água em Nantes tem como meta definir as ações necessárias à adequação e melhoria operacional do sistema de abastecimento de água municipal, mediante ao levantamento de diagnósticos de desempenho dos sistemas de captação, adução, tratamento, reservação e distribuição de água relativos à redução e ao controle das perdas de água.

➤ **Atividades a serem realizadas**

Conforme apresentado no Termo de Referência deste trabalho, serão elaboradas as seguintes atividades especificadas na Planilha de Orçamento e Cronograma Físico-Financeiro:

- Elaboração da base cadastral da rede de distribuição de água.
- Projeto de Setorização da rede de distribuição de água.
- Determinação de Parâmetros de Vazão e Pressão com Pitometria ou medidor de vazão Ultrassom, considerando o diâmetro das tubulações.
- Elaboração do Projeto de Sistema de Macromedidação de vazão e sensores controle de nível.
- Diagnóstico e estudos para melhoria das unidades operacionais.
- Procedimentos de monitoramento e cálculo dos índices de perdas de água global e por setor de abastecimento.
- Diagnóstico do Sistema de Micromedidação.

**1. ELABORAÇÃO DE BASE CADASTRAL DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA**

Através do fornecimento pela Prefeitura de Nantes, de cópias dos desenhos de cadastro técnico, relatórios do Plano Diretor de Saneamento Básico e Plano Diretor de Águas Pluviais Urbanas e Projetos de Drenagem Urbana do Município de Nantes, a VM - Engenharia providenciou a digitalização do cadastro das redes.

Por meio de informações obtidas com técnicos da administração da Prefeitura de Nantes, designados para o acompanhamento dos trabalhos da Prefeitura, foi possível um maior conhecimento do sistema existente, inclusive o elenco dos problemas vividos no dia a dia, fundamentais para a elaboração do Diagnóstico do Plano de Combate às Perdas de Água.

A VM Engenharia, representada pelos seus técnicos, acompanhada pelo responsável do setor de Água e Esgoto de Nantes, percorreram todos os sistemas de captação incluindo poços artesanais, estação elevatória e reservatórios, até os principais pontos da rede de distribuição, observando atentamente os equipamentos e os elementos que compõem o sistema, reunindo os argumentos técnicos possíveis e necessários para posterior proposição de novas tecnologias.

A VM - Engenharia, utilizando o desenho de arruamento da cidade executado em programa computacional AutoCad, complementou-o com curvas de nível, implantou as redes de distribuição de água com informações técnicas, resultado de um levantamento do acervo cadastral existente, e apresentou a Base Cadastral da Rede de Distribuição, através de cópias articuladas do sistema Distribuidor de água do município de Nantes na escala 1:2000 (ver plantas e desenhos anexos).

Conforme dados informados ao SNIS (Sistema Nacional de Informações de Saneamento), no ano de 2019, a população do município de Nantes era de 3.141 (IBGE-2014), sendo que a população urbana era de 2.821 habitantes.

O sistema de abastecimento de água de Nantes é caracterizado basicamente por captações através de poços artesanais profundos e armazenamento em reservatórios que alimentam a rede de distribuição da Sede do município e do Loteamento Pedra Redonda.

A seguir são apresentados quadros com a relação dos poços artesanais e respectivas vazões e profundidades e relação dos reservatórios com seus respectivos endereços:

Relação dos poços artesanais com profundidade, vazão e bombas			
Item	Poço	Vazão outorgada	Vazão medida (ultrassom)
1	Poço P01 – Rua Silveira Martins.	28	31 m <sup>3</sup> /h
2	Poço P02– Rua Urias Lemes dos Santos.	25	27 m <sup>3</sup> /h
3	Poço P03 – Final da Rua Guarani.	17	8,8 m <sup>3</sup> /h
4	Poço P04 – Final da Rua Âmbar (Bairro Pedra Redonda).	Sem outorga	9,3 m <sup>3</sup> /h

Relação dos endereços dos reservatórios e suas capacidades	
Local	Capacidade (m <sup>3</sup> )
Reservatório R01 – Final da Rua Guarani	135 m <sup>3</sup>
Reservatório R02 – Final da Rua Guarani	200 m <sup>3</sup>
Reservatório R03 – Bairro Pedra Redonda	80 m <sup>3</sup>
Reservatório R04 – Bairro Pedra Redonda	50 m <sup>3</sup>
<b>TOTAL:</b>	<b>465,0 m<sup>3</sup></b>

**1.1. Sistema de Captação do Poço P 01 – Rua Silveira Martins**

O poço artesiano P01 tem capacidade outorgada de vazão de 28,0 m<sup>3</sup>/h (vazão medida em campo de 31 m<sup>3</sup>/h), com operação declarada de 15 horas diárias. Esse poço explora o Aquífero Serra Geral.

Na saída do poço existe uma tubulação de diâmetro nominal em 75 mm com material em PVC. Após o cavalete de recalque existe uma ampliação da tubulação com diâmetro de 100mm que transporta a água captada, diretamente para os reservatórios R01 e R02 de Nantes. No Poço P01 existe uma macromedidor do tipo Woltmann.

As figuras colocadas a seguir a seguir apresentam a localização e dados do poço P1.



Figura 1 – Afloramento do poço



Figura 2 - Localização



Figura 3 - Localização do Poço P1 na cota 410.



Figura 4 - Dispositivos: laje de proteção sanitária e tubo para medição de nível.



Figura 5 - Destaca-se o macromedidor com totalizador de volumes captados.



Figura 6 - Válvula de retenção no cavalete de recalque.



Figura 7 - Tubulação de PVC - PBA DN 80 mm (rede elevatória)

### 1.2. Sistema de Captação do Poço P02 – Rua Urias Lemes dos Santos

O poço artesiano P2 tem capacidade outorgada de vazão de 25,0 m<sup>3</sup>/h, (vazão medida em campo de 27 m<sup>3</sup>/h) com operação declarada de 5,5 horas diárias. Esse poço explora o Aquífero Serra Geral.

Na saída do poço existe uma tubulação de diâmetro nominal em 80 mm com material de Ferro Galvanizado. Após o cavalete de recalque existe uma ampliação da tubulação com diâmetro de 100mm que transporta a água captada, diretamente para os reservatórios R1 e R2 de Nantes. No Poço P2 existe uma macromedidor do tipo Woltmann.

As figuras colocadas a seguir apresentam a localização e o poço P2.



Figura 8 - Afloramento

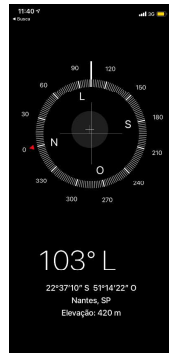


Figura 9 - Localização



Figura 10 - Dispositivos: Tubo medidor de nível, laje de proteção sanitária.



Figura 11 - Válvula de retenção no cavalete



Figura 12 - Macromedidor, destacando-se o totalizador de volumes

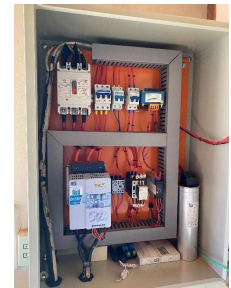


Figura 13 - Quadro de comando

### 1.3. Sistema de Captação do Poço P03 – Final da Rua Guarani

O poço artesiano P03 tem capacidade outorgada de vazão de 17,0 m<sup>3</sup>/h, (vazão medida em campo de 8,8 m<sup>3</sup>/h) e está operando num período de 9,6 horas diárias. Esse poço explora o Aquífero Serra Geral.

Na saída do poço existe uma tubulação de diâmetro nominal em 50mm com material em Ferro Galvanizado. Após o cavalete de recalque a água captada vai diretamente para os reservatórios R01 e R02 de Nantes. No Poço P03 existe uma macromedidor do tipo Woltmann que se encontra danificado.

As figuras colocadas a seguir apresentam a localização e situação do poço P03.



Figura 14 - Localização



Figura 15 - Afloramento



Figura 16 - Localização geográfica dos poços P1 P2 e P3.



Figura 17 - Dispositivos, tubo de medição de nível, laje de proteção sanitária.



Figura 18 - Válvula de retenção



Figura 19 - Medidor destacando-se o totalizador de volumes captados.



Figura 20 - Detalhe do Medidor Woltmann (quebrado).



Figura 21 – Quadro de comando



Figura 22 -Quadro de comando

### 1.4. Sistema de Reservação da Sede de Nantes

O sistema de reservação da Sede de Nantes é realizado através de dois reservatórios apoiados Metálicos situados juntos no Final da Rua Siqueira.

O Reservatório R1 é metálico, apoiado com capacidade de 135.000 litros e o Reservatório R02 também metálico apoiado, com capacidade para 200.000 litros, totalizando um volume de 335.000 litros.

As figuras colocadas a seguir apresentam a localização e os reservatórios R1 e R2.



Figura 23 – Vista Geral R1 e R2



Figura 24 – Localização R1 e R2

### 1.5. Sistema de Captação do Poço P04 – Final da Rua Âmbar (Loteamento Pedra Redonda).

Esse poço explora o Aquífero Serra Geral. Esse poço não tem vazão outorgada sendo que a vazão medida em campo foi de 9,3 m<sup>3</sup>/h.

Na saída do poço existe uma tubulação de diâmetro nominal em 50mm com material em Ferro Galvanizado. Após o cavalete de recalque a água captada vai diretamente para os reservatórios R3 e R4. No Poço P4 existe uma macromedidor do tipo Woltmann.

As figuras colocadas a seguir apresentam a localização e o poço P4.



Figura 25 - Vista Geral do Poço P04



Figura 26 - Localização geográfica



Figura 27 - Localização geográfica



Figura 28 - Dispositivo: Laje de proteção sanitária e tubo medidor de nível.

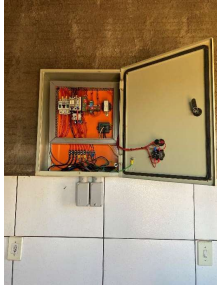


Figura 29 - Quadro de comando



Figura 30 - Vista do macromedidor de vazão dos volumes captados.

#### 1.6. Sistema de Reservação do Loteamento Pedra Redonda.

O sistema de reservação do Loteamento Pedra Redonda é realizado através de dois reservatórios Metálicos, sendo um apoiado e o outro elevado, situados juntos ao Final da Rua Siqueira.

O Reservatório R3 é metálico, apoiado, tem capacidade de 80 m<sup>3</sup> e o Reservatório R4 também metálico é elevado e tem capacidade para 50 m<sup>3</sup>, totalizando um volume de 130.000 litros.

21

As figuras colocadas a seguir apresentam a localização e os reservatórios R3 e R4.



Figura 31 – R3

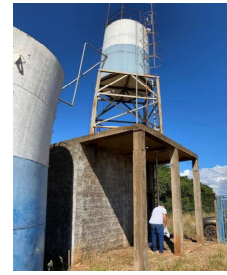


Figura 32 – R4

22

## 2. PROJETO DE SETORIZAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO

Para o Projeto de Setorização foram realizados os levantamentos iniciais do macrosistema considerando o processo de operação que a Prefeitura Municipal de Nantes vem realizando para o abastecimento de água da população.

Conforme informações de representantes de Nantes, SP, do Setor de Operação da Prefeitura, as águas captada nos poços artesanais são, na sua totalidade, armazenadas nos reservatórios existentes na cidade. A partir desses reservatórios é feita a distribuição totalmente por gravidade.

De acordo com a distribuição espacial dos centros de reservação, foi constatado que a Rede de Distribuição da Sede do município possui apenas 1 (um) único Setor dividido em 2 (duas) Zonas de Pressão.

Quanto ao Loteamento Pedra Redonda, também foi constatado 1 (um) único setor para toda a rede de distribuição.

Foram levantadas as curvas de nível, através das informações existentes na Prefeitura Municipal e digitalizadas na planta geral da cidade para permitir a análise das pressões máximas e mínimas estáticas nos setores e zonas de pressão considerados, com a realização das adequações que forem necessárias.

### 2.1. Estudo para Elaboração de Setores de Abastecimento.

#### 2.1.1. Considerações Iniciais

Cada setor de abastecimento é definido pela área suprida por um reservatório de distribuição (apoiado, semienterrado ou enterrado), destinado a regularizar as variações de adução e de distribuição e condicionar adequadamente as pressões na rede.

Desta forma, a proposta para o projeto da setorização da rede de distribuição do município de Nantes foi concebida, na medida do possível, baseado na setorização clássica. Assim, foi adotado um reservatório elevado, cuja principal função foi condicionar as pressões de cotas topográficas mais altas que não podem ser abastecidas pelo reservatório de distribuição (principal), normalmente situado próximo aos poços profundos.

Assim, os setores de abastecimento foram considerados como setores clássicos, ou seja, foram divididos em zonas de pressão. Essas pressões, estáticas e dinâmicas, obedeceram a limites prefixados segundo a Norma Técnica NBR 12.218/ 1994, que determina que a pressão estática máxima nas tubulações não deve ultrapassar o valor de 500 kPa (50,0 mca) e a pressão dinâmica mínima não deve ser inferior a 100 kPa (10,0 mca).

23

Para o desenvolvimento desta atividade foi realizada análise de toda a rede de distribuição do Sistema de Abastecimento de Água de Nantes, sendo consideradas as plantas cadastrais, curvas de nível, diâmetros da rede de distribuição, pressões dinâmicas e estáticas em cada zona de abastecimento para a delimitação efetiva do setor.

Assim, foram realizadas as seguintes ações:

- o Delimitação nas plantas cadastrais dos setores com suas respectivas zonas de pressão;
- o Estimativa do número de ligações de cada setor delimitado, obtendo assim a vazão (demanda) de água pertinente a cada setor;
- o Análise dos reservatórios de distribuição com as respectivas áreas de abrangência, referente às redes de distribuição;
- o Cálculo das velocidades nas tubulações primárias que abastecem cada setor, diagnosticando se estas estão subdimensionadas;
- o Adequação dos limites dos setores de abastecimento em plantas cadastrais; e
- o Gerar uma lista de materiais hidráulicos necessários para as intervenções físicas do setor.

#### 2.1.2. Delimitação dos setores

Entende-se por setor a área perfeitamente delimitada, por meio de fechamento de registros e intervenções hidráulicas, ou naturalmente por acidentes geográficos, avenidas, linhas férreas, ou outros, cuja fonte de alimentação é conhecida e mensurável por meio de processos de macromedição.

A implantação dos setores além de apresentar benefícios diretos, tais como a indicação de vazamentos não visíveis e de ligações clandestinas, gera benefícios indiretos, como manutenção preventiva de peças especiais, melhor adequação da rede, permitindo o isolamento de pequenas áreas para serviços de reparos, maior flexibilidade nos fluxos d'água e levantamentos sistemáticos de dados operacionais e de projeto (vazões e pressões).

O tamanho de cada setor levou em conta os seguintes fatores:

- o Homogeneidade do consumo: tanto quanto possível, o setor deve conter consumidores de mesma classe (residencial, comercial ou industrial);
- o Rede de alimentação: a dimensão da rede ou redes de alimentação do setor deve ser suficiente para abastecer a área sem afetar as demandas necessárias e ter velocidades de água compatíveis com os limites de precisão dos aparelhos de medição de vazão. É

24

preferível ter apenas uma rede alimentadora, bastando para a medição global a instalação de um único macromedidor.

### 2.1.3. Estimativa do número de ligações e vazão de abastecimento dos setores

Uma vez delimitado o setor quantificou-se o número de ligações presentes na sua área de abrangência, para então quantificar-se a sua vazão ou demanda de água.

Para quantificar-se o número de ligações foram apresentadas as plantas cadastrais com os setores devidamente delimitados, contendo as ruas presentes em cada setor, bem como os bairros correspondentes e, junto ao setor de micromedição, quantificar-se as ligações existentes nos respectivos endereços delimitados. De posse das ligações também solicitou-se ao setor de micromedição a série histórica do consumo mensal das respectivas ligações de água.

A vazão pode ser obtida pela média histórica do volume micromedido das ligações listadas do setor. Desta forma a vazão de um setor seria a soma dos consumos micromedidos da sua área delimitada. No entanto existem várias ligações de água sem os seus respectivos hidrômetros, assim serão estimados os volumes mensais para cada ligação, considerando o número total de habitantes na área urbana e distribuídos equitativamente pelo número de ligações.

### 2.1.4. Análises dos Reservatórios

Para a análise das capacidades dos reservatórios de distribuição com as respectivas áreas de abrangência, referente às redes de distribuição, os seguintes procedimentos foram adotados.

Uma vez definido o consumo diário de água de cada setor foi obtida a capacidade requerida de reservação de água (Cr) do setor.

Em que:

- Cm = consumo diário do setor (m<sup>3</sup>/dia);
- Cmi = consumo médio (estimado por ligação) no setor (m<sup>3</sup> / dia );
- K<sub>d</sub> = coeficiente do dia de maior Consumo (1,25); e
- Cr = capacidade requerida de reservação (m<sup>3</sup>).

Assim, será analisado se a capacidade de reservação de água existente no setor (ex: reservatório que irá abastecer o setor) é maior ou igual a capacidade requerida de reservação (Cr) no setor. Desta forma é possível diagnosticar a necessidade de construção ou ampliação de reservatórios de água para atender o setor.

25

### 2.1.5. Parâmetros utilizados nos cálculos das vazões

Nos cálculos das vazões micromedida, vazão média, vazão do dia de maior consumo (dmc) e vazão da hora de maior consumo (hmc) foram utilizadas as seguintes equações com seus parâmetros correspondentes:

**Vazão micromedida** = (No. de ligações x índice médio de consumo) / 30 (no. dias do mês) x 24 (no. horas do dia) x 3.600 (no. segundos em uma hora.) x 1,1 (consumo não totalizado no hidrômetro) x 1,1 (perda de água na rede distribuidora).

**Vazão média** = No. de ligações x (habitantes/ligação) x 200 (litros *percapita*) / 86.400 segundos no dia.

**Vazão do dia de maior consumo (dmc)** = vazão média x 1,25 (coeficiente do dia de maior consumo).

**Vazão na hora de maior consumo (hmc)** = vazão(hmc) x 1,50 (coeficiente na hora de maior consumo).

### 2.1.6. Setores do sistema de distribuição de água

De posse das plantas da Base Cadastral, foram sendo determinados e planejados os setores de abastecimento de água, levando-se em conta os critérios principais de curvas de nível, pressão e áreas de abrangência dos reservatórios existentes.

Este Projeto de Setorização elaborou a subdivisão da rede de distribuição de água de Nantes em dois (02) setores de abastecimento, havendo ainda dentro de um setor, zona alta e baixa de pressão.

Através das informações do setor comercial da Prefeitura, foram selecionados os setores projetados com as respectivas ligações de água e seus volumes consumidos, correspondentes a cada setor de distribuição de água (SNIS-2019):

Relação dos setores projetados com número de ligações e volume consumido mensal				
Setor	Descrição	Ligações totais	População Estimada	Volume (m <sup>3</sup> /mês) (**)
1	SEDE (ZONA ALTA)	850	2.516	15.096
1	SEDE (ZONA BAIXA)	102	302	1.802
2	PEDRA REDONDA	300	888 (*)	5.328
	<b>TOTAL:</b>	<b>1.252</b>	<b>3.706</b>	<b>22.226</b>

(\*) POPULAÇÃO FLUTUANTE.

(\*\*) ADOTADO 6 m<sup>3</sup>/mês POR HABITANTE.

26

Na sequência foi apresentada uma descrição das características hidráulicas pertinentes a cada um dos 2 (dois) setores, delimitados na rede de abastecimento de água de Nantes, com um diagnóstico das intervenções necessárias.

### 2.1.7. Descrição dos Setores de Abastecimento

#### 2.1.7.1. Setor de Abastecimento SEDE – Setor 01 (ZONA ALTA)

O Setor de Abastecimento SEDE – Setor 01 é composto por três (03) poços artesanais com dois (02) reservatórios apoiados metálicos, com capacidade de reservação de 200 m<sup>3</sup> e 130 m<sup>3</sup> localizados no final da Rua Guarani.

Esses reservatórios fazem a distribuição em conjunto por gravidade para toda a rede de distribuição da SEDE do município de Nantes.

Na tabela colocada a seguir são apresentadas as principais características hidráulicas do referido setor.

Dados referentes ao setor SEDE (Zona Alta + Zona Baixa)	
Parâmetro	Valor
Vazão micromedida estimada (L/s)	2,20
Vazão Média* (L/s)	6,52
Vazão (dmc) (L/s)	8,15
Vazão (hmc) (L/s)	12,22
C <sub>hidro</sub> (m <sup>3</sup> )	65,0
C <sub>reservatório</sub> (m <sup>3</sup> )	235,0
Abastecimento	Reservatórios R01 e R02 - SEDE
Cota geométrica máxima	432,0m
Cota geométrica mínima	377,0m
Número de ligações	952
Comprimento total de tubulação	12.380m

\* - Calculada a partir dos dados do consumo per capta (200 litros/ hab x dia).

- População urbana IBGE2014 – 2.818 habitantes.

- **Diagnóstico:** O Setor 01 – Sede da cidade de Nantes apresenta 2 (duas) zonas de pressão, entre as cotas geométricas 432,0 e 377,0m. O setor apresentou uma necessidade de reservação estimada em 235,0 m<sup>3</sup> e como a reservação existente

27

é de 315,0m<sup>3</sup>, não haverá necessidade de ampliação da reservação para esse setor.

As pressões dinâmicas apresentadas mostram que os valores obtidos estão dentro dos limites fixados pela norma técnica da ABNT – NBR 12.218/1.994, mas, para valores de pressão estática, as pressões podem ultrapassar o valor máximo dinâmico de pressão, podendo chegar ao valor igual a 70,0 mca. Assim deverá ser instalada uma VRP-01 (válvula de redução de pressão) na rede de distribuição, nas proximidades da curva de nível correspondente à 400,0 m de altitude.

28

2.1.7.2. Setor de Abastecimento Loteamento Pedra Redonda - Setor 02

O Setor de Abastecimento Loteamento Pedra Redonda é composto por um poço artesiano, um reservatório apoiado (R3) e um reservatório elevado (R4), ambos metálicos, localizado no Bairro com o próprio nome Pedra Redonda, sendo que o Reservatório R03 tem capacidade de reservação de 80m³, e o Reservatório R04 tem capacidade de reservação de 50m³, totalizando um volume disponível de 130 m³. Esses reservatórios alimentam a rede de distribuição conjuntamente, para um único Setor de abastecimento.

Na colocada abaixo são apresentadas as principais características hidráulicas do referido setor.

Dados referentes ao setor Pedra Redonda	
Parâmetro	Valor
Vazão micromedida (L/s)	0,69
Vazão Média* (L/s)	2,05
Vazão (dmc) (L/s)	2,56
Vazão (hmc) (L/s)	3,84
C <sub>hidro</sub> (m³)	20,0
C <sub>teórico</sub> (m³)	60,0
Abastecimento	Reservatórios R03 e R04
Cota geométrica máxima	352,0m
Cota geométrica mínima	334,0m
Número de ligações	300
Comprimento total de tubulação	3.900 m

\* - Calculada a partir dos dados do consumo per capita (200 litros/habxdia).

- População estimada para o total do setor com 300 lotes existentes – 888 habitantes.

2.2. Diagnóstico:

O Setor 02 – Pedra Redonda apresenta uma única zona de pressão, situada entre as cotas geométricas 352,0 e 334,0 m. O setor apresentou uma necessidade de reservação estimada de 60,0 m³ e como a reservação existente é de 80,0 m³, não haverá necessidade de ampliação da reservação para esse setor.

29

As pressões apresentadas mostram que os valores obtidos estão dentro dos limites fixados pela norma técnica da ABNT –NBR 12.218/1994, com valor estático máximo de pressão igual a 28,0 mca e valor mínimo dinâmico de pressão igual a 5,0 mca.

A seguir são apresentadas as planilhas de orçamento com a relação de materiais e mão de obra para a implantação do Projeto de Setorização de Nantes.

2.2.1. Orçamentos

30

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Quant.	Unid.	Código SINAPI	Código SABESP	Preço unit. (R\$)	BDI (%)	Valor R\$	Preço Total (R\$)
<b>Obra: Implantação da Setorização - Setor 1 (Zona Baixa e Zona Alta)</b>									
<b>Local: Município de Nantes - SP</b>									
1	Serviços preliminares								
1.1	Sinalização de Tráfego (faixas públicas para sequencial)	24,00	m	97051		RS 2,86	27,58%	RS 0,79	RS 87,80
1.2	Locação de adutoras e intenções in loco (faixas intenções)	6,00	m	99093		RS 4,32	27,58%	RS 1,19	RS 33,06
1.3	Limpeza final da Obra	24,00	m²	98519		RS 2,00	27,58%	RS 0,55	RS 61,20
	<b>Sub-Total 01</b>								<b>RS 181,86</b>
2	Material								
2.1	VÁLVULA REDUTORA DE PRESSÃO COM FLANGES DN 50mm	1,00	unid.		comercial	RS 1.256,00	15,28%	RS 191,92	RS 1.447,92
2.2	FILTRO TIPO Y COM FLANGES PN 10 - DN 50mm	1,00	unid.		comercial	RS 892,00	15,28%	RS 130,19	RS 992,19
2.3	VÁLVULA DE GAIVETA COM FLANGES COM JUNHA DE BORRACHA DN 50mm (INSTALAR - FECHAR)	1,00	unid.		HM07056	RS 296,40	15,28%	RS 45,75	RS 345,15
2.4	ADAPTADOR DE FLANGE DE GRANDE TOLERÂNCIA "ULTRAQUICK TIPO C"	2,00	unid.		comercial	RS 465,00	15,28%	RS 71,05	RS 1.072,10
2.5	FE 90º PVC DE=80 MM PBA NBR 10381 INFRAESTRUTURA ÁGUA	2,00	unid.		HM01902	RS 25,79	15,28%	RS 3,94	RS 59,46
2.6	TUBO PVC DEFOFO DN=80 MM PSE NBR 7669 INFRAESTRUTURA ÁGUA	1,00	m		HM01930	RS 44,88	15,28%	RS 6,86	RS 51,74
2.7	CURVA 90º PVC DE=80 MM JUNTA ELÁSTICA PBA NBR 10351 INFRAESTRUTURA ÁGUA	2,00	unid.		HM01887	RS 14,24	15,28%	RS 2,18	RS 32,84
2.8	TUBO PVC DEFOFO DN=80 MM PSE NBR 7669 INFRAESTRUTURA ÁGUA	1,00	m		HM01930	RS 25,79	15,28%	RS 3,94	RS 29,73
2.9	CAP PBA PVC DE=80 MM JUNTA ELÁSTICA NBR 10381 INFRAESTRUTURA ÁGUA	10,00	unid.		HM01874	RS 5,32	15,28%	RS 0,84	RS 63,60
2.10	PONTELETE MADEIRA BRUTA 70 x 70 MM CEDRINHO OU SIMILAR	10,00	m		CV03229	RS 5,00	15,28%	RS 0,76	RS 57,60
2.11	TAMPAO ARTICULADO FERRO FUNDIDO DN 600 MM COM ARO NTS 039	1,00	unid.		HM01428	RS 390,00	15,28%	RS 55,01	RS 415,01
	<b>Sub-Total 02</b>								<b>RS 4.557,34</b>
3	Preparação do solo, abertura de valas, compactação e recomposição asfáltica								
3.1	Demol de pavim. asfáltica, incl transporte limpeza do mater. retirado	24,00	m²	97636	-	RS 14,58	27,58%	RS 4,02	RS 446,40
3.2	Escavação mecanizada de poço e caves, em solo não rochoso, com profundidade de até 2,00m	28,80	m³	7030099		RS 9,33	27,58%	RS 2,57	RS 268,70
3.3	Remoção e transporte de material -Bota Fora -D.M.T. = 6,0 km	8,64	m³	7019045		RS 111,04	27,58%	RS 30,82	RS 959,39
3.4	Escoramento descontinuo em madeira	28,80	m²	7040002		RS 16,68	27,58%	RS 4,60	RS 480,38
3.5	Atorno de valas, poços e caves compactado mecanicamente sem controle do GC	12,00	m³	7030019		RS 7,08	27,58%	RS 1,95	RS 84,96
3.6	Atorno valas, poços e caves compactado mecanizada com controle de GC > 95% do ENC.	4,80	m³	7030032		RS 11,62	27,58%	RS 3,20	RS 55,78
3.7	Preparo de cava para pavimentação asfáltica	24,00	m²	7030093		RS 6,93	27,58%	RS 2,46	RS 214,32
3.8	Sub-base em brita gradada ou macacão hidráulico (apitado-espessura=10cm)	2,40	m³	7030084		RS 114,67	27,58%	RS 31,63	RS 275,21
3.9	Base de Macadame Betuminoso (apitado-espessura=5cm)	1,20	m³	7030085		RS 555,52	27,58%	RS 153,21	RS 666,82
3.10	Impregnação Ligante	24,00	m²	7030086		RS 8,81	27,58%	RS 2,43	RS 211,44
3.11	Aplicação do Binder (espessura adotada= 3cm)	0,72	m³	7030087		RS 904,47	27,58%	RS 266,00	RS 694,42
3.12	Capa de Concreto Asfáltico (espessura adotada = 2cm)	0,48	m³	7030088		RS 1.162,14	27,58%	RS 320,52	RS 507,85
	<b>Sub-Total 03</b>								<b>RS 4.915,45</b>
4	Serviços Hidráulicos								
4.0	Assentamento para redes de água, tubos e peças DE 80mm em PVC	12,00	m	7030001		RS 12,89	27,58%	RS 3,56	RS 154,68
	<b>Sub-Total 04</b>								<b>RS 154,68</b>
5	Serviços Complementares								
5.1	Poço de teste concreto armado 1,70x1,70x1,80m cotado DI 20mm parede e 15cm-base concreto FCK 10mpa cilindrada cimento anis 14, escludo lampão ferro fundido para válvula redutora de pressão.	1,00	unid.	74124008		RS 1.200,00	27,58%	RS 330,36	RS 1.530,36
5.1	Assentamento de tampão de ferro fundido-diâmetro 600mm	1,00	unid.	7070230		RS 112,96	27,58%	RS 31,15	RS 144,11
	<b>Sub-Total 05</b>								<b>RS 1.675,07</b>
	<b>TOTAL GERAL</b>								<b>RS 11.484,40</b>
Nota: UTILIZADA Tabela SABESP referente ao mês de Janeiro/2021 e Tabela SINAPI SP NÃO DESONERADO referente ao mês de Fevereiro/2021.									
SUPRIMIDO o BDI incluso tabela na SABESP, 28% para Serviços e 20% para Materiais e adicionado o BDI calculado de 27,58% para Serviços e 15,28% para Materiais e Comerciais									

31

PLANILHA GERAL DE ORÇAMENTO ESTIMATIVO		
<b>Obra: Implantação Geral da Setorização</b>		
<b>Local: Município de Nantes - SP</b>		
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Preço Total (R\$)
<b>1</b>		
<b>Intervenções nos Setores:</b>		
1.1	Implantação do Setor 01 - seis Intervenções	R\$ 11.484,40
<b>TOTAL GERAL:</b>		<b>R\$ 11.484,40</b>

32



### 3. DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE VAZÃO E PRESSÃO ATRAVÉS DE PITOMETRIA OU MEDIDOR ULTRASSOM, CONSIDERANDO O DIÂMETRO DAS TUBULAÇÕES.

Foram realizadas visitas no sistema de abastecimento de água de Nantes, para identificação dos pontos onde foram instaladas as estações de medição de vazão. Foi analisada a situação das unidades operacionais e, como o sistema de abastecimento é realizado somente por captações através de poços artesanais, optou-se também pela realização de medições dos poços por meio do medidor de vazão ultrassônico em tubulações com diâmetros menores ou iguais a 100 mm.

Conforme foi observado e constatado em campo, foram apresentadas fotos com as tubulações principais de saída dos poços artesanais que apresentam diâmetros de até 80 mm, sendo que foram realizadas medições com Equipamento de Medição Padrão, através do medidor de vazão Ultrassônico.

#### 3.1.1. Medições de vazão e pressão com Medidor Ultrassônico de vazão

O equipamento utilizado foi o *Handhead Ultrasonic Flow Meter*, modelo TUF-2000H.



Figura 33 - Equipamento portátil



Figura 34 - Conjunto de sensores, cabos, display, etc

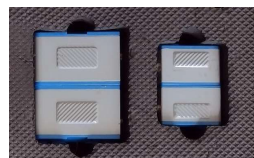


Figura 35 - Sensores a serem fixados nas redes



Figura 36 - Conjunto incluindo Display, memória e processador

A seguir são apresentadas as medições de vazão e pressão com o medidor Ultrassônico realizadas nas captações dos poços artesanais do sistema de abastecimento de água de Nantes.

#### 3.1.2. Poço Artesiano P1

Efetuaram-se diversas medições de vazão nesse recalque do poço P1 com medidor ultrassônico, registrando-se os seguintes valores mínimo e máximo durante o período de medição: 28,49 e 31,25 m<sup>3</sup>/h. Os valores de velocidade do escoamento situaram-se entre 1,69 e 1,85 m/s que são valores admissíveis para esse tipo de rede.

A seguir são apresentadas as figuras 34 a 42 com os equipamentos instalados para medição de vazão e pressão no poço Artesiano P01.

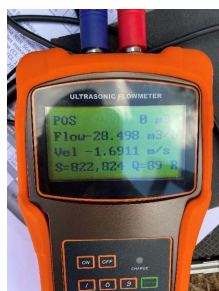


Figura 37 - Medidor Ultrassônico de Vazão



Figura 38 - Medidor Ultrassônico de Vazão

#### 3.1.3. Poço Artesiano P02

Efetuaram-se diversas medições de vazão nessa elevatória com medidor ultrassônico registrando-se os seguintes valores mínimo e máximo durante o período de medição: 26,96 e 27,80 m<sup>3</sup>/h. Os valores de velocidade do escoamento situaram-se entre 1,41 e 1,48 m/s que são valores admissíveis para esse tipo de rede.



Figura 39 - Medidor Ultrassônico de Vazão



Figura 40 - Medidor Ultrassônico de Vazão

#### 3.1.4. Poço Artesiano P03

Efetuaram-se diversas medições de vazão nessa elevatória com medidor ultrassônico registrando-se os seguintes valores mínimo e máximo durante o período de medição: 6,33 e 8,55 m<sup>3</sup>/h. Os valores de velocidade do escoamento situaram-se entre 1,15 e 1,61 m/s que são valores admissíveis para esse tipo de rede.



Figura 41 - Medidor Ultrassônico de Vazão



Figura 42 - Medidor Ultrassônico de Vazão

#### 3.2.1.4. Poço Artesiano P04

Efetuaram-se diversas medições de vazão nessa elevatória com medidor ultrassônico registrando-se os seguintes valores mínimo e máximo durante o período de medição: 9,26 e 9,36 m<sup>3</sup>/h. Os valores de velocidade do escoamento situaram-se entre 2,05 e 2,07 m/s que são valores admissíveis para esse tipo de rede.



Figura 43 - Medidor Ultrassônico de Vazão



Figura 44 - Medidor Ultrassônico de Vazão

### 3.1.5. Quadro Geral com os Resultados obtidos nas medições de vazão e pressão nos poços Artesianos.

A seguir é apresentado um quadro com os resultados obtidos nas medições de vazão e pressão nos poços artesanais.

Resultados obtidos nas medições de vazão e pressão nos poços artesanais				
MANANCIAL	VEL.(m/s)	VAZÃO (m³/h)	Pressão (mca)	Diâmetro (mm)
POÇO P01	1,69/1,85	28,49/31,25	45,0	75
POÇO P02	1,41/1,48	26,96/27,80	31,0	80
POÇO P03	1,15/1,61	6,33/8,55	8,0	50
POÇO P04	2,05/2,07	9,26/9,36	10,5	50

37

## 4. ELABORAÇÃO DO PROJETO DE SISTEMA DE MACROMEDIÇÃO DE VAZÃO E SENSORES DE CONTROLE DE NÍVEL COM TELEMETRIA.

### 4.1.1. Introdução

O Sistema de Macromedição tem a função de realizar o gerenciamento do sistema de abastecimento através de controle e monitoramento das unidades operacionais.

Os sistemas de medição se constituem num instrumento indispensável à operação de sistemas públicos de distribuição de água.

Quanto às suas aplicações os sistemas de medição se constituem em ferramenta para o aumento da eficiência da operação, permitindo conhecer o funcionamento do sistema e subsidiando o controle de parâmetros, tais como: vazão, pressão, volume, etc.

De forma genérica os sistemas de medição englobam os sistemas de macromedição e de micromedição.

Entende-se por micromedição a medição do consumo realizada no ponto de abastecimento de um determinado usuário, independentemente de sua categoria ou faixa de consumo.

Macromedição é o conjunto de medições realizadas no sistema público de abastecimento de água.

Como exemplo cita-se: medições de água captada nos poços artesanais ou medições na entrada de setores de distribuição, ou ainda medições de água tratada entregue por atacado a outros sistemas públicos. Esses medidores são normalmente de maior porte.

Deve-se, no entanto, ter em mente que a avaliação de todo um sistema de abastecimento requer um sistema de medição envolvendo macro e micromedição.

Em programas de conservação de água a abordagem integral do sistema de abastecimento, incluindo macro e micromedição, é indispensável.

Como exemplo básico, tem-se que as perdas no sistema público de abastecimento são calculadas pela diferença dos volumes disponibilizados (medidos pelos sistemas de macromedição) menos a soma dos volumes consumidos (medidos através dos micromedidores).

O texto abaixo procura abordar as questões básicas, os conceitos principais que orientam os sistemas de macromedição, sem perder de vista, sempre, os objetivos de cada sistema,

38

subsistema ou mesmo medição isolada e as condições e circunstâncias que delimitam o grau de confiabilidade, os procedimentos a serem adotados, etc.

### 4.1.2. Controle de Perdas

O pessoal que efetua a macromedição é responsável por definir o volume disponibilizado a uma determinada área objeto de controle e medição. Esse valor, por diferença com o volume micromedido, por exemplo, conduz ao valor das perdas a serem controladas.

Para que haja a efetiva mensuração das perdas é necessário que, não só os volumes macromedidos sejam consistentes, mas também os volumes micromedidos sejam compatibilizados. Aparentemente tarefa simples, mas é de difícil efetivação dada às características de carga de trabalho e enfoque das áreas comercial e operacional. O principal impedimento é a baixa aceitação de controles como o índice de perdas, principalmente quando estes índices são elevados.

Quanto às perdas físicas, é consenso internacionalmente que a sua mensuração é seja feita com base nos valores apurados em macromedições de distritos pitométricos ou áreas controladas. São usualmente feitas por equipes de pitometria, a partir da utilização de medidores portáteis de inserção (pitot's, micromolinetes) ou não invasivos (ultrassônicos). Nestes casos toda preparação dos distritos ou áreas dependem do cadastro, engenharia e operação para fechamento hidráulico da área.

### 4.1.3. Aquisição e Tratamento dos Dados

Os dados obtidos constituíram-se no principal produto do sistema. Não só na sua utilização imediata é importante, mas também sua preservação organizada foi fundamental, de forma a configurar um banco de informações.

A forma como foram coletados, processados e arquivados pode ser considerada como a parte mais relevante de todo sistema de macromedição. Devidamente tratados, podem preservar e aperfeiçoar a aplicação de recursos e fornecer informações fundamentais para o planejamento do serviço de saneamento.

### 4.1.4. Registro Histórico - Banco de Dados

O fator mais importante a destacar é o sistemático registro dos dados e das informações que são pertinentes, como por exemplo, a data e a instalação do medidor, os dados cadastrais, dentre outros. É possível, com certo rigor, resgatar informações importantes sobre a operação. Mesmo que os dados sejam obtidos por um determinado tipo de medidor, e posteriormente o

39

medidor seja substituído por outro mais adequado ou tecnologicamente mais avançado, a série obtida, apesar da troca realizada, pode ser utilizada.

### 4.1.5. Sistema Informatizado

A informatização da macromedição permite obter dados, desenvolver estudos e apresentar soluções de forma mais rápida e mais elaborada. Se o sistema de macromedição é desorganizado, possui baixa exatidão e é deficiente em cobertura, não haverá melhora apenas com a sua informatização. É mito corrente que a tecnologia de ponta e os computadores organizam, controlam e resolvem todos os problemas.

Em realidade, há apenas a melhoria na velocidade com que transitam as informações, pois caso não haja um sistema de controle de informações, os sistemas informatizados apenas aperfeiçoam o que já existe.

### 4.1.6. Central de Controle Operacional

A partir de informações dos pontos de medição, dos poços profundos do sistema de captação de água de Nantes, do nível de reservatórios e de outros dados é organizada a Central de Controle Operacional - CCO. É previsível que pequenos sistemas prescindam de uma central, mas para as grandes cidades é praticamente impossível operar-se sem o auxílio de pelo menos uma central de controle.

Sob o ponto de vista de controle de perdas, a correta operação evita que haja sobrecarga ou sobre pressão em determinado setor e falta d'água em outro. Em situações extremas o descontrole sobre a operação pode levar, por exemplo, a extravasamentos de certos reservatórios enquanto que em outros há falta d'água. O papel da central, nesses casos, é da maior importância para a organização e aperfeiçoamento da operação.

### 4.1.7. Transmissão de Dados

São diversas as possibilidades hoje disponíveis para transmissão de dados de campo para uma central de controle, a saber:

- Sistema telefônico direto, ou seja, ligação direta do leitorista para a área de controle (sistema convencional mais utilizado);
- Sistema telefônico com linha privativa para transmissão exclusiva de dados;
- Sistema telefônico de linha convencional e linha especial compartilhadas (sistema *scada*);
- Transmissão direta por cabo (normalmente recomendada para pequenas distâncias);

40

- Sistema de rádio transmissão (tem apresentado dificuldades devido à organização do sistema de frequências); e

- Transmissão via canal de satélite (apresenta o inconveniente de ser bastante caro).

#### 4.1.8. Estudos, Controle, Acompanhamento e Planejamento Operacional

Conforme exposto inicialmente, entre os papéis da macromedição figura o de se constituir em importante ferramenta para o planejamento e projeto de modificações numa determinada área sob estudo.

Ocorre com frequência na prática de planejamento e projeto no Brasil que os dados existentes, em geral, são constituídos por levantamentos padrões e médias genéricas. Desta forma, todas as projeções são balizadas por estes números, a maioria majorada por coeficientes de desconhecimento.

Percebe-se, então, que os dados da macromedição, sistemática e historicamente constituídos em conjunto com outras informações complementares, permitem orientar melhor a parametrização dos projetos e do planejamento, construindo horizontes de projetos assentados mais proximamente à realidade.

Uma aplicação particular da macromedição como ferramenta orientadora para o planejamento ocorre em locais com intermitência de abastecimento, situação bastante comum em diversos sistemas públicos no Brasil. Quando da recuperação do sistema, após um certo período de intermitência que tenha se caracterizado pelo rodízio no abastecimento, ou pelo racionamento ou falta d'água temporária, os dados de vazão de recuperação podem mascarar a demanda real. Este fenômeno ocorre porque a capacidade de reservação do sistema, incluindo a reservação predial, em períodos de retorno ao abastecimento, supera em muito os valores médios vigentes quando da operação em regime normal. Há casos em que o valor estimado de demanda superava em 200% o valor final aduzido. A macromedição, ao descrever os valores reais vigentes em regime normal, permite o manejo correto do sistema para a recuperação da operação até que se atinjam os padrões correntes em regime normal.

#### 4.1.9. Monitoramento das Perdas

Os indicadores e o controle visando a redução das perdas dependem da macromedição.

As atividades e ações devem ser sistemáticas e compreendem a análise e consistência de dados, compatibilização, resolução de não conformidades, solicitação de calibração dos medidores e sistemas.

41

Na sequência são apresentadas as diversas ações que irão possibilitar o efetivo monitoramento das perdas:

#### 4.1.10. Volumes Macromedidos

A verificação das leituras feitas deve ser diária. Para tanto é necessário que haja uma referência de volumes ou vazões para comparação e avaliação de possíveis desvios. O processo ideal é o do acompanhamento horário que, no entanto, somente é possível com a automação dos processos.

#### 4.1.11. Volume Micromedido

Em sistemas de pequeno e médio porte onde as leituras de hidrômetros são feitas mais ou menos rapidamente, é possível totalizar o volume macromedido para comparação direta com os valores da macromedição e avaliação das perdas.

Em sistemas maiores o procedimento de leitura de hidrômetros se desenvolve segundo um período longo e com sistemática própria. Neste caso não é possível aguardar a conclusão das leituras para efetuar a totalização. Deve-se então trabalhar com amostragem estatística para prever, na sequência das leituras, a evolução do volume micromedido. Com base no volume médio ou sazonal é possível prever o resultado em termos de perdas.

#### 4.1.12. Setor de Abastecimento

A garantia de correção dos resultados só pode existir com a informação correta e atualizada de fechamento do setor de abastecimento.

Toda credibilidade do sistema de controle fica abalada quando surge um indicador de perdas negativo ou uma anomalia de resultados. Pressupondo-se que a exatidão dos medidores esteja em níveis adequados, estas ocorrências podem ser devidas a dois problemas: registros abertos nos limites da rede de abastecimento entre setores abertos e equação de macromedição desatualizada ou incorreta.

#### 4.1.13. Aferições

A periodicidade de calibração dos medidores pode, em princípio, ser anual. O período necessário entre calibrações, na verdade, é função do tipo de instrumento e outras características locais. Alguns instrumentos específicos podem requerer calibração em período menor e outros em períodos maiores.

Normalmente a mesma periodicidade de um ano é usada para limpeza e lavagem de reservatórios.

42

Como esta intervenção é feita no inverno, aproveitando a redução de consumo sazonal, a calibração pode, com alguns ajustes de atividades, ser feita simultaneamente.

As calibrações definem o ponto de trabalho do medidor. Caso este apresente erro acima da faixa estabelecida deve ser acionado o pessoal de instrumentação para calibração do elemento secundário.

#### 4.1.14. Perdas da Adução e Reservação - Redes Primárias

Em sistemas pequenos, dotados de uma só ETA com uma única adução, as perdas podem ser avaliadas pela soma dos volumes aduzidos de água tratada aos reservatórios setoriais menos o volume produzido.

Em sistemas maiores ocorre a situação de uma mesma ETA abastecer diversos setores segundo diferentes ramos de adução. Nestes casos a diferença dos volumes somados dos setores em relação ao totalizador ou medidor de controle define as perdas no ramo, ou no sistema de adução água tratada quando se avalia o volume produzido.

As perdas aqui referidas podem ser definidas como perda total dos trechos considerados, pois a diferença calculada refere-se às perdas propriamente ditas (perda física) mais a inexistência e deficiências no sistema de macromedição.

##### i. Vazões Mínimas Noturnas

A forma mais usual de avaliação de perdas físicas é pela medição sistemática das vazões mínimas noturnas no interior de distritos pitométricos.

O tamanho da rede contida na área chamada distrito pitométrico varia. Pode-se admitir que, em média, ele tenha cerca de 20 km.

A medição da vazão mínima noturna parte do princípio que o consumo durante a noite chega a zero, exceto em determinadas ligações bem identificadas. De fato, verifica-se na prática que a grande maioria das instalações prediais não consome água durante a madrugada após estarem seus reservatórios cheios. Dessa forma, a grosso modo, as vazões medidas na rede de distribuição devem-se a ligações pontuais, identificáveis (indústrias, etc.) e às perdas físicas na rede. Deduzindo-se os consumos noturnos identificados torna-se assim possível chegar às vazões noturnas devidas às perdas.

É importante no processo de medição da vazão mínima noturna ter conhecimento de todas as singularidades de consumo que podem influenciar nos dados e ajustar ou subtrair essas singularidades. Por exemplo, no caso de uma indústria com consumo noturno, pode-se medir

43

sua vazão de consumo durante o período de medição e reduzi-lo do valor macromedido. Alternativamente pode ser possível manter essa ligação fechada durante o ensaio.

A avaliação dos dados permite aperfeiçoar as ações de combate a vazamentos. A partir da média define-se a faixa máxima admitida para a vazão mínima noturna.

Caso a medida passe deste limite aciona-se a pesquisa e reparo dos vazamentos encontrados.

##### ii. Pressões

Os dados de pressão registrados podem ser utilizados em modelagem matemática que tome possível avaliar as discrepâncias na rede primária e de distribuição. Modelos adequados podem indicar a presença de singularidades que podem ser derivações desconhecidas e não medidas, descargas de pontas de redes, etc. .

Na calibração de sistemas complexos é imprescindível a modelagem e consequentemente o registro da pressão e vazão em cada ponto singular.

#### 4.1.15. Funções Incorporadas nos Macromedidores de Vazão

O medidor de vazão deverá possuir características de segurança operacional de modo que possa trabalhar com a robustez que o sistema exige. Além da confiabilidade de aquisição e armazenamento de dados no *data logger*, o elemento secundário deverá permitir perfeita integração com a unidade central de controle a ser implantada no sistema de abastecimento de água de Nantes, onde todos os dados adquiridos deverão ser enviados por período pré-programado ou sempre que solicitado, seja local ou remotamente.

Como serão instalados vários macromedidores e sensores de nível e em locais diferentes, é necessário que cada dispositivo possua também a portabilidade de comunicação com a central a ser ampliada em função da infraestrutura encontrada em cada local.

Portanto é necessário que todo conjunto macromedidor possua no mínimo, as seguintes características:

- Comunicação serial RS 232
- Módulo de conexão:
  - Controlador interno para conexão e transmissão de dados com tecnologia via rádio ou similar (modem, chips e manutenção);
  - Módulo de conexão para transmissão de dados via TCP/IP – Internet;
  - Controlador interno para conexão e transmissão de dados via rádio frequência *spread spectrum*.

44

#### a. Relação de Fornecedores

O quadro colocado a seguir apresenta alguns fornecedores dos macromedidores de vazão.

Fornecedores de macromedidores de vazão	
Tipo de medidor	Fornecedor
HIDRÔMETRO	LAO/SENSUS/FAE
ELETROMAGNÉTICO	CONAUT/NIVETEC/ ENCONTROL/VIKA
ULTRASSÔNICO	GE/VIKA
ULTRASSÔNICO FLANGEADO	FAE/SAPEL/AMTEC

#### b. Comparação entre os tipos de Macromedidores de Vazão

O quadro colocado a seguir, conforme a característica de cada modelo de equipamento, apresenta as Vantagens e Desvantagens mais comuns para cada tipo de medidor analisado

Vantagens e Desvantagens dos tipos de Macromedidores		
Tipo de medidor	Vantagens	Desvantagens
HIDRÔMETRO Woltmann	-Com saída pulsante permite a transmissão à distância. -Vem calibrado de fábrica.	-Não indicado para água bruta-necessário o corte da tubulação para instalação. -Apresenta desgaste de componentes girantes com tempo.
ELETRO- MAGNÉTICO Tipo carretel	-Permite a transmissão à distância. -Perda de carga desprezível. -Vem calibrado de fábrica. -Aplicado em água bruta e tratada. -Baixo índice de manutenção	-Necessário o corte da canalização para instalação.

45

ELETRO- MAGNÉTICO Tipo inserção Hot-Tap	-Permite a transmissão à distância. -Perda de carga desprezível. -Vem calibrado de fábrica. -Aplicado em água bruta e tratada.	-Necessário o corte da canalização para instalação no modelo não Hot-Tap - índice alto de manutenção
ULTRASSÔNICO	-Permite a instalação e manutenção sem a interrupção da operação. -Permite a transmissão à distância.	-Alto Custo.
ULTRASSÔNICO FLANGEADO	-Permite a transmissão à distância. -Perda de carga desprezível. -Vem calibrado de fábrica. -Aplicado em água bruta e tratada. -Baixo índice de manutenção	-Necessário o corte da canalização para instalação

#### c. Tipos de Modelos de Sensores de Nível

O quadro colocado a seguir apresenta alguns fornecedores dos macromedidores de nível.

Fornecedores de Sensores de Nível	
Tipo de sensor	Fornecedor
ULTRASSÔNICO DE NÍVEL	ZURICH/NIVETEC/VIKA
TRANSMISSOR DE PRESSÃO	SPB/NIVETEC/VIKA
TRANSMISSOR DE NÍVEL HIDROSTÁTICO	SPB/NIVETEC/VIKA

#### d. Seleção de alguns tipos de Sensores de Nível

##### • Sensor de Nível Ultrassônico

46

#### Apresentação:

Os medidores ultrassônicos desenvolvidos no Brasil por profissionais brasileiros, que conhecem as dificuldades e vantagens de nosso país, desenvolveram os equipamentos para as condições ambientais e técnicas nacionais específicas, podendo trabalhar nos mais variados processos.

Aplicando o estado da arte da tecnologia, os medidores apresentam, além de um hardware elaborado em uma mecânica robusta e à prova de tempo (grau de proteção IP65), um grande diferencial de desempenho, com um software que foi elaborado, para trabalhar nas mais difíceis aplicações, o que virtualmente elimina os problemas enfrentados pelos outros medidores de mesma tecnologia.

Algumas das vantagens do software são:

- Sensibilidade automática, que ajusta o ganho automaticamente conforme a necessidade do processo, isto é, distância, vapores, e outras condições ambientais que afetam a medição.

- Os ruídos do ambiente ou ecos falsos fora de uma janela programada de leitura são descartados para não causar erros na medição.

- Compensação automática de temperatura.

- Parametrização de todas as funções em português.

- Configuração dos alarmes em todo o range, e possibilidade de parametrização para falha segura etc.

- O software possibilita a linearização e a conversão em volume mesmo em aplicações onde o tanque não tenha formato regular (tanques cônicos, abaulados etc).

- O software tem a proteção de seus parâmetros de configuração através de senha de segurança que impedirá a alteração de parâmetros por pessoas não autorizadas a manusear o equipamento.

**Características de instalação** - Localização do sensor: Como em qualquer aplicação, para se obter um bom resultado deve ser realizada uma análise criteriosa no local da instalação com relação não somente à localização do sensor no processo, mas também com relação a outros fatores impactantes, que irão minimizar os problemas potenciais da aplicação, tais como:

- Tanques com estrutura interna

- Sensor localizado próximo ao ponto de admissão do produto no processo

- Presença de alguns tipos específicos de agitadores

47

- Distância mínima exigida pelo sensor em relação ao processo

- Tanques com formato cônico ou abaulado etc.

Em todos os casos, o sensor ultrassônico deve ser posicionado verticalmente no topo do tanque (ver exemplos), em caso de líquidos, ou sobre a linha central da calha de vazão/ esteira.

Para medição de nível de sólidos, o direcionamento do sensor deve ser sempre o mais perpendicular possível à superfície do produto.

##### • Transdutores / Transmissores de Pressão

###### -Vantagens:

- Faixa e saída sob encomenda

- Montagem compacta com invólucro em Aço Inoxidável

- Montagem SMD - alta resistência à vibração

- Grande variedade de conexão ao processo

- Possibilidade de selo para alimentícia

- Baixa histerese e vida útil prolongada

- Elemento Piezoresistivo

- Imunidade a ruídos e interferência eletromagnéticas.

- Fabricação nacional

##### • Transmissores de Nível Hidrostático

**-Apresentação:** Os Transmissores de Nível Hidrostático operam pelo princípio de Pascal ( $P = \gamma \cdot h$ ). Utilizam elemento sensor piezoresistivo que converte a pressão aplicada pela coluna de fluido em sinal elétrico. Este sinal elétrico é amplificado, linearizado e disponibilizado em sinal padronizado por uma eletrônica de alta confiabilidade construída com componentes em SMD, possuem proteção contra surto e cabo especial com compensação de pressão atmosférica, também pode ser utilizado na medição de nível de líquidos corrosivos.

###### -Vantagens:

• Compensação da pressão atmosférica;

• Imunidade a ruídos e interferências eletromagnéticas.

• Proteção contra surtos de até 10kA.

• Faixa de trabalho sob encomenda

• Baixa histerese e vida útil prolongada

• Facilidade de instalação, suportada pelo próprio cabo

48

• Fabricação nacional

#### 4.1.16. Considerações Gerais

Como já foi descrito, a informatização da Macromedição permite obter dados, desenvolver estudos e apresentar soluções de forma mais rápida e mais elaborada. Se o sistema de macromedição é desorganizado, possui baixa exatidão e é deficiente em cobertura não haverá melhora apenas com a sua informatização.

Portanto, neste Projeto de Macromedição será apresentado um Modelo de Informatização contemplando o Centro de Controle Operacional com Estação Remota e o Sistema de Transmissão de dados via Telemetria. Sendo que o Centro de Controle Operacional será composto por:

- 01 estação remota de telemetria para recebimento dos dados;
- 01 software específico para processamento dos dados.

Desta forma todos os dados adquiridos nos medidores de vazão e nível, deverão ser enviados por um período pré-programado (a ser definido posteriormente à implantação do sistema pela equipe do setor de água da Prefeitura de Nantes), automaticamente pela Central de Controle Operacional (CCO).

Assim a Estação Remota é composta por um painel de automação com eletrônica dedicada, com interfaces apropriadas para comunicação entre os dispositivos. Cada Estação Remota (ER) é composta, basicamente de um módulo gerenciador de sinais locais, provenientes dos diferentes dispositivos de captação, e de um módulo de transmissão telemétrica.

As especificações técnicas das Estações Remotas (ER's) e da unidade central (CCO) a serem fornecidas e instaladas são apresentadas no Anexo 3 deste relatório.

#### 4.1.17. Localização dos Medidores de Vazão

No Projeto de Macromedição de vazão e nível para o Plano Diretor de Combate e Controle de Perdas no Sistema de Abastecimento Público do Município de Nantes serão considerados os volumes de água principais captados e produzidos nos poços tubulares profundos, e entregues aos reservatórios de distribuição, sendo projetado o menor número possível de medidores de vazão para a totalidade de volume de água do sistema de abastecimento.

Após a inspeção realizada em todas as tubulações que realizam a adução de água produzida, será considerado neste Projeto de Macromedição, medidores de vazão tipo Ultrassônico flangeado.

Serão previstos também, para todos os locais onde serão instalados e ou substituídos os medidores de vazão, estações pitométricas já existentes e novas estações pitométricas (quando for o caso), que irão realizar a aferição e calibração dos equipamentos posteriormente através do processo de Pitometria ou medição com o medidor padrão ultrassônico. Sempre que houver a incerteza nos dados obtidos, deverá ser feita imediata aferição e posterior calibração, sem interromper a operação do sistema, evitando assim grandes transtornos de abastecimento, com grande facilidade de retirada e recolocação dos equipamentos de aferição.

Seu aproveitamento em relação a Automação com transmissão de dados também será extremamente facilitado, uma vez que esses tipos de medidores já incluem saídas de 4-20mA ou pulsadas compatíveis para interligação com as unidades remotas de Telemetria.

Conforme as características físicas e operacionais do Sistema de Abastecimento de Água de Nantes foram selecionados alguns tipos de medidores de vazão, para a implantação do Projeto de Macromedição.

Assim a tabela colocada a seguir apresenta os locais e custos estimativos para instalação dos macromedidores de vazão.

#### 4.1.18. Definição e Localização dos Sensores de Nível e Automação

Foram selecionados os equipamentos para o Sistema de Macromedição de Nível no sistema de abastecimento de água de Nantes, sendo adotado o modelo tipo sensor de nível hidrostático, que é submergível e também por ser um medidor de fácil instalação, baixa manutenção e excelente precisão, além de seu custo estar na média dos preços orçados.

Também foi levado em consideração que nos locais onde existem dois ou mais reservatórios com o mesmo nível de água, será instalado somente um sensor, e nos locais onde houver um reservatório apoiado e outro elevado, deverão ser instalados dois sensores de nível individuais.

#### 4.1.19. Planilha de Orçamentos dos Sensores de Nível

Na tabela colocada a seguir são apresentados os custos de equipamentos, materiais e mão de obra para fornecimento e instalação dos sensores de nível para o Sistema de Macromedição. Em anexo é apresentado um esquema hidráulico mostrando a localização dos sensores de níveis a serem instalados no sistema de abastecimento de água de Nantes.

Relação com os custos estimativos de equipamentos, materiais e mão de obra para o fornecimento dos sensores de nível				
Descrição	Unid.	Quant.	Unitário (RS)	Total (RS)
Sensores de nível	Un.	04	2.800,00	11.200,00
Peças, acessórios e conexões (20%)	Vb.	1	-	2.240,00
Mão de Obra (MDO) (30%)	Vb.	1	-	3.360,00
BDI+Taxas +Encargos (15%)	vb	1	-	1.680,00
			<b>Total:</b>	<b>RS 18.480,00</b>

#### 4.1.20. Características principais do Projeto de Automação e Controle dos medidores de vazão e nível com a Telemetria

O projeto de Automação e Telemetria do sistema de abastecimento de água de Nantes irá necessitar de 4 (quatro) estações remotas para controlar e monitorar todas as unidades de medidores de vazão, sensores de nível e status de bombas (liga/desliga) de

Proposta para Macromedidores de vazão existentes e a serem instalados no sistema de abastecimento de água de Nantes

MM	LOCAL	ADUTORA	Ø(mm)	MATERIAL	MEDIDOR EXISTENTE	MEDIDOR A INSTALAR	CUSTO (RS)
MM01	POÇO P01 – Rua Silveira Martins	RECALQUE PARA RESERVATÓRIOS R01 E R02	80	FO. GALV.	WOLTMANN	ULTRASSÔNICO	14.825,00
MM02	POÇO P02 – Rua Urias Lemes dos Santos	RECALQUE PARA RESERVATÓRIOS R01 E R02	80	FO. GALV.	WOLTMANN	ULTRASSÔNICO	14.825,00
MM03	POÇO P03 – Final da Rua Guarani	RECALQUE PARA RESERVATÓRIOS R01 E R02	50	FO. GALV.	WOLTMANN	ULTRASSÔNICO	11.900,00
MM04	POÇO P04 – Loteamento Pedra Redonda	RECALQUE PARA RESERVATÓRIOS R03 E R04	50	FO. GALV.	SEM MEDIDOR	ULTRASSÔNICO	11.900,00
						<b>Subtotal:</b>	<b>53.450,00</b>
						<b>Peças e Conexões (20%)</b>	<b>10.690,00</b>
						<b>MÃO DE OBRA (30%)</b>	<b>16.035,00</b>
						<b>BDI + ENCARGOS (15%)</b>	<b>8.017,00</b>
						<b>TOTAL:</b>	<b>88.192,00</b>

cada conjunto e uma CCO (Centro de Controle Operacional) com um supervisor central.

Assim foi elaborado o Projeto de Automação com Telemetria identificando os locais com as necessidades dos tipos de medições para o controle e monitoramento do sistema de abastecimento de água do município de Nantes.

A seguir são apresentados os locais que deverão conter as estações remotas e os tipos de medições a serem monitoradas, considerando a legenda a seguir:

#### **Estação Remota ER01**

Local: Poço Artesiano P01 – Rua Silveira Martins. (Sede)

1-Poço artesiano P01– status de bomba -B1

2-Medição de vazão - MM1

#### **Estação Remota ER02**

Local: Poço Artesiano P02 – Rua Urias Lemes dos Santos (Sede)

1-Poço artesiano Vale da Saúde – status de bomba - B1

2-Medição de Vazão – MM2

#### **Estação Remota ER03**

Local: Poço Artesiano P03 e Reservatórios R01 e R02 (Sede)

1- Poço artesiano P03 – status de bomba B1

2- Medição de Vazão – MM3

3- Sensor de Nível – Reservatório Apoiado R01 – 200m<sup>3</sup> – MN1

4- Sensor de Nível – Reservatório Apoiado R02 – 130m<sup>3</sup> - MN2

#### **Estação Remota ER04**

Local: Poço Artesiano P04 e Reservatórios R03 e R04 (Loteamento Pedra Redonda)

1- Poço artesiano P04 – Pedra Redonda – status de bomba B1

2- Medição de Vazão – MM4

3- Sensor de Nível – Reservatório Apoiado R01 – 80m<sup>3</sup> – MN3

4- Sensor de Nível – Reservatório Apoiado R02 – 50m<sup>3</sup> - MN4

#### **4.1.21. Orçamento Estimado para Estações Remotas e CCO.**

Na Tabela 27 são apresentados os custos de equipamentos, materiais e mão de obra para fornecimento e instalação das Estações Remotas para Telemetria, incluindo o Centro de Controle de Operação (CCO).

53

Em anexo é apresentado no esquema hidráulico da Macromedição a localização das Estações Remotas e o Centro de Controle de Operação a serem instalados no sistema de abastecimento de água de Nantes.

Nas tabelas colocadas a seguir são apresentados o detalhamento do orçamento para Instalação e montagem de uma Estação Remota (ER) e quantidade e custos de implantação.

<b>Orçamento para instalação e montagem da telemetria com transmissor de dados até a Central de Comando Operacional (CCO) de uma Estação Remota (ER)</b>	
Atividade	Valor Unitário (RS)
Módulo eletrônico de aquisição e processamento de sinais	12.370,00
Painel de Montagem Completo	14.280,00
Aterramento/Fonte/Cabeamento	4.180,00
Montagem e Start Up	5.820,00
<b>TOTAL</b>	<b>36.650,00</b>

Desta forma o valor unitário estimado para instalação e montagem da telemetria com transmissor de dados até a CCO de uma Estação Remota é igual a R\$ 36.650,00 (Trinta e seis mil e seiscentos e cinquenta reais).

<b>Quantidade e custo para implantação das estações remotas no sistema de abastecimento de água de Nantes</b>				
Descrição	Unidade	Quant.	Valor Unit.	Valor Total
Controle de medição de vazão e nível através de telemetria	ER	04	36.650,00	146.600,00
<b>Total</b>				<b>146.600,00</b>

Na tabela colocada a seguir são apresentados os equipamentos com quantidades e custos para implantação do Centro de Controle de Operação (CCO) de Nantes.

54

#### **Quantidade e custo da implantação da automação para controle e monitoramento do sistema de abastecimento de água de Nantes**

Descrição	Unidade	Quant.	Valor Unit.	Valor Total
Implantação da CCO, incluindo software para supervisionar e controlar os parâmetros nas estações remotas.	Unid.	01	38.200,00	38.200,00
Status de poços (índica ligada/desligada)	Poço	04	1.800,00	7.200,00
Controle de medição de vazão	Medidor	04	2.100,00	8.400,00
Controle de medição de nível	Medidor	04	2.100,00	8.400,00
Estações Remotas (ER)	ER	04	36.650,00	146.600,00
<b>Total</b>				<b>208.800,00</b>

Desta forma, para o total de quatro (04) Estações Remotas e o Centro de Controle de Operação (CCO), a serem executados, o valor para execução desta atividade é igual a R\$ 208.800,00 (Duzentos e oito Mil e Oitocentos Reais).

#### **4.1.22. Caixas de alvenaria para abrigo dos macromedidores de vazão**

O Sistema de Macromedição de Vazão de Nantes não irá precisar de abrigos por meio de Caixas de Alvenaria, uma vez que deverão ficar instalados nos cavaletes dos quatro (04) poços artesanais, em substituição aos Macromedidores Woltmann existentes atualmente.

#### **4.1.23. Calibração e Aferição dos Macromedidores de Vazão**

Para cada macromedidor de vazão a ser instalado no sistema de abastecimento de água de Nantes deverá ser realizada medições com medidor padrão Ultrassônico não intrusivo, visando realizar os ensaios para obtenção de dados de vazão reais, para então calibrar e aferir os macromedidores. Esta atividade se torna de grande importância para garantir a confiabilidade dos dados monitorados.

Essas tubulações, cujo diâmetro não ultrapassa Ø = 100 mm, a aferição deverá ser realizada através de medidor padrão Ultrassônico não intrusivo.

55

#### **Orçamento para ensaios de medição de vazão que deverão ser realizados para calibração e aferição dos equipamentos**

Descrição	Unidade	Quant.	Valor Unit.	Valor Total
Ensaio de vazão para monitoramento dos parâmetros dos macromedidores	Ensaio	04	1.800,00	7.200,00
Aferição e calibração dos macromedidores	Medidor	04	700,00	2.800,00
<b>Total</b>				<b>RS 10.000,00</b>

(\* Não haverá necessidade de estações pitométricas no sistema de abastecimento de água de Nantes, tendo em vista o diâmetro das redes.

Na tabela colocada a seguir é apresentado o resumo geral dos investimentos para o Projeto de Macromedição do Sistema de abastecimento de água de Nantes.

<b>Resumo geral dos investimentos no Projeto de Macromedição</b>		
Item	Descrição	Valor (RS)
1	Macromedidores de vazão (04 unidades)	88.192,00
2	Sensores de Nível (04 unidades)	18.480,00
3	Sistema de Automação com Telemetria (04 unidades + CCO)	208.800,00
5	Calibração e Aferição dos medidores de Vazão	10.000,00
	<b>TOTAL:</b>	<b>325.472,00</b>

Os investimentos no projeto de macromedição serão de R\$ 325.472,00 (trezentos e vinte e cinco mil e quatrocentos e setenta e dois reais).

56

## 5. DIAGNÓSTICO E ESTUDOS PARA MELHORIA DAS UNIDADES OPERACIONAIS

### 5.1. Pesquisa de Vazamentos não Visíveis

#### 5.1.1. Introdução

Todo Plano Diretor de Perdas de Água prevê a atuação intensiva de combate aos vazamentos, sejam eles visíveis ou não. Estudos têm mostrado que na grande maioria das empresas, o percentual de vazamentos nos ramais é maior que na rede de distribuição sendo cerca de 70% e 30%, respectivamente.

São diversos os fatores responsáveis pela existência dos vazamentos. Estes fatores, quando combatidos, permitem a quase extinção dos mesmos, restando apenas aqueles ocasionados pelo desgaste das tubulações, ou mesmo por fatores alheios aos sistemas, e que ainda assim poderão ser controlados.

A seguir, são apresentados os principais fatores:

#### 5.1.2. Pressão Alta

A pressão pode aumentar a quantidade das perdas de um sistema, interferindo em diversos aspectos, descritos a seguir:

#### 5.1.3. Frequência de vazamentos

O aumento da pressão em algumas regiões pode provocar o aumento de vazamentos, num período relativamente pequeno de tempo. Da mesma forma, uma redução na pressão pode diminuir a quantidade de rompimento nas tubulações, impedindo vazamentos futuros.

#### 5.1.4. Localização dos vazamentos

Pressões mais elevadas aumentam o valor das perdas por vazamentos e facilitam o seu aparecimento, ao passo que pressões menores permitem que o vazamento infiltre no solo não aflorando.

Enquanto não são localizados, os vazamentos não visíveis, além de causar prejuízo ao serviço de água, muitas vezes solapam o solo, prejudicando a estrutura do prédio do usuário.

57

Uma forma utilizada para redução da pressão é a instalação de válvulas redutoras de pressão. Essas válvulas podem ser reguladas de acordo com a pressão desejada, sendo fixa ou regulada por períodos conforme os horários de maior consumo. Não deixa de ser um método eficiente, mas deverá ser observado cada caso, antes da instalação das mesmas.

Em regiões que apresentam grandes quantidades de vazamentos, visíveis e/ou não visíveis, devem-se relacionar os locais de maior incidência dos mesmos, para que quando a válvula estiver operando e os vazamentos não mais aparecerem, visto que a pressão caiu, os mesmos possam ser combatidos. Para os vazamentos que já eram não visíveis a sua detecção fica mais comprometida.

Nesse caso devem-se observar as condições das tubulações; se precárias, a pesquisa deverá ser feita antes da instalação das válvulas, uma vez que os vazamentos deverão ser muitos, e embora, com menor intensidade, continuarão a existir.

#### 5.1.5. Ondas de pressão

Ondas de pressão estão diretamente relacionadas com o item "Localização de Vazamentos" exposto acima. Quando uma válvula é aberta ou fechada rapidamente, a tubulação sofre uma pressão ou subpressão respectivamente, provocando rupturas e até movimento dessas tubulações.

Dependendo do esforço submetido, a tubulação poderá romper, provocando grandes prejuízos à rede de distribuição.

#### 5.1.6. Deterioração das tubulações

A corrosão interna geralmente é mais severa em águas suaves de regiões de planalto. As tubulações metálicas são as que mais sofrem deterioração.

A corrosão externa pode surgir de uma variedade de causas, inclusive de diferença de potenciais entre o solo e a tubulação, corrosão bimetalica, variações nas concentrações de sais dissolvidos no solo e ação microbiana. Os efeitos da corrosão externa são semelhantes aos sofridos pela corrosão interna.

#### 5.1.7. Projeto de Pesquisa de Vazamentos para Nantes

Nantes apresenta uma perda de produção total de 65,8% em seu sistema de abastecimento principal em conjunto, valor este elevado se considerarmos, que para um sistema com suas características esses valores deveriam estar na ordem de 20% a 25% no máximo. Assim, é vital a implantação de um sistema de controle de perdas no sistema.

58

O projeto deverá ser implantado na Prefeitura com a aquisição de equipamentos suficientes para formação de 01 (uma) equipe de pesquisa. Essa equipe deverá ser composta de pelo menos 2 (dois) pessoas (funcionários da Prefeitura).

Com 01 (uma) equipe operando regularmente, estima-se que a equipe teria condições de pesquisar 4 (quatro) km por dia.

Assim, como o sistema de abastecimento possui aproximadamente 16.000 metros de rede de distribuição, poderá ser concluída toda a pesquisa em torno de 4 (quatro) dias, desde que não haja nenhum contratempo, tais como chuva, falta de água, equipe disponibilizada, viaturas, etc.

#### 5.1.8. Plano de trabalho

Em Nantes o plano de trabalho foi elaborado, em função de 01 (uma) equipe requerida, e dados físicos obtidos, referentes ao sistema de abastecimento de água. Na sequência, são apresentados locais prioritários para iniciar as atividades de pesquisa de vazamentos não visíveis.

Prioridade zero: Regiões com alto índice de vazamentos visíveis.

Recomenda-se iniciar as pesquisas em locais onde há grande incidência de vazamentos visíveis, e o solo é permeável, uma vez que a possibilidade de existirem vazamentos não visíveis é elevada.

Prioridade 1: Regiões com pressões altas (> 50 m.c.a.).

Prioridade 2: Regiões com pressões entre 15 e 50 m.c.a.

Recomenda-se realizar as pesquisas de vazamentos nas regiões com pressões elevadas, por apresentarem alta propensão de vazamentos. Porém, é fundamental que a Prefeitura também inicie em paralelo as ações de implantação da setorização e/ou instalação de válvulas redutoras de pressões, pois com o rebaixamento das pressões são reduzidas as possibilidades de aparecimento de novos vazamentos nessas regiões.

a) Regiões com falta d'água.

Muitas vezes a falta d'água é provocada pela ruptura da tubulação responsável pelo abastecimento da região. Nesses casos é efetuada a pesquisa.

b) Regiões com tubulações antigas.

Embora o correto fosse a substituição de toda tubulação, porém nem sempre isso é possível. Nesses casos a pesquisa é feita caracterizando as regiões críticas, onde a substituição é mais urgente.

c) Regiões onde a pavimentação asfáltica será recomposta.

59

Sempre que a Prefeitura for recapar o asfalto de alguma área, a mesma deverá ser investigada. Evitando assim rompimento do mesmo, quando da execução dos reparos.

d) Sistemas isolados.

Setores isolados apresentam facilidade da medição das mínimas noturnas, onde 100% da região será medida.

Separadas as regiões que atendem alguns dos itens acima, deverá se proceder a pesquisa de acordo com a prioridade do momento.

O Cadastro Técnico também deverá estar sempre atualizado para que as plantas de cadastro da rede de distribuição possam ser separadas e definidas as prioridades.

#### 5.1.9. Método de pesquisa de vazamentos adotado

São diversas as formas utilizadas para pesquisar vazamentos não visíveis, desde a simples vistoria em galerias de águas pluviais até a utilização de armazenadores de ruídos com data logger's com controle contínuo de vazamentos.

No estágio atual que a Prefeitura se encontra em relação ao Plano Diretor de Perdas de Água, deverá ser adotado o método para implantação de varredura total do sistema com o geofonamento, isto é, com a pesquisa dos vazamentos através da haste de escuta percorrendo cavalete por cavalete do Sistema de Abastecimento de Água, seguindo então, para o geofonamento das redes de distribuição e adutoras e posteriormente para confirmação do vazamento a utilização do correlacionador de ruídos.

A Pesquisa de Vazamentos Não Visíveis com aparelhos específicos consiste em detectar ruídos de vazamentos provocados pela passagem da água pressurizada, através de danos nas tubulações, sejam eles fissuras, fendas ou mesmo rupturas. Em se tratando de trabalho específico, é de vital importância a obediência de pré-requisitos, bem como do método empregado.

Definidas as áreas onde serão realizadas as pesquisas de vazamentos, inicia-se o projeto com as seguintes ações:

- Medição das vazões e pressões máximas e mínimas;
- Preparação das plantas cadastrais;
- Escuta de ruídos nos cavaletes;
- Confirmação dos ruídos;
- Localização das tubulações;
- Correlação de ruídos de vazamentos;
- Demarcação dos vazamentos com tinta nos locais;

60

- Atividades de escritório com preenchimento de formulários;
- Acompanhamento dos reparos; e
- Relatórios com resultados obtidos.

#### 5.1.10. Procedimentos de Campo para Detecção de Vazamentos Não Visíveis

Previamente deve ser checado se todos os equipamentos e materiais necessários nos trabalhos de pesquisa estão disponibilizados à equipe. Para os equipamentos eletrônicos, verificar também se as condições de carga (baterias) estão garantidas.

Em caso de campo deve se verificar inicialmente se não está havendo falta d'água na área a ser pesquisada e efetuar a medição de pressão da rede de distribuição várias vezes durante o dia de trabalho, utilizando-se de manômetros aferidos. A pressão mínima recomendada é de 1,5 Bar (15 mca).

##### a) Haste de Escuta

Na primeira fase de escuta do ruído de vazamento devem ser pesquisados todos os pontos acessíveis da tubulação, isto é, cavaletes, hidrantes, registros, válvulas, tubulação aparente, registro de passeio, se houver, utilizando-se de haste de escuta. Deve-se caminhar em um lado da rua, quando isto for possível, e durante a caminhada observar com atenção a possível existência de vazamento visível na rede, nos ramais e cavaletes. Deve-se anotar as residências cujos cavaletes não foram pesquisados e o motivo (portão fechado, morador ausente, etc.) e verificar a situação das válvulas (não localizada, entulhada, inundada), com anotações na planta cadastral.

Ao ouvir um ruído suspeito no cavalete, assegurar-se de que não está havendo passagem d'água através do hidrômetro, fechando firmemente o registro (certificar-se que o mesmo está vedando), pois um pequeno vazamento existente na tubulação interna do imóvel também pode provocar ruídos similares ao do vazamento.

Todos os trechos de rede não metálicos que possuem pontos de contatos distantes mais de 20 m, ou trechos de redes metálicas, que possuem pontos de contatos distantes mais de 35 m ou todas as travessias, independentemente do material da rede, devem ser anotados para posterior pesquisa com geofone e/ou correlacionador.

Após obtenção de certo número de pontos suspeitos, a pesquisa terá prosseguimento com o geofone eletrônico ou mecânico, correlacionador de ruídos e haste de perfuração ou perfuratriz.

##### b) Geofone

61

A segunda fase da pesquisa deve ser feita com o geofone eletrônico, onde serão ouvidos todos os pontos suspeitos marcados na pesquisa com haste de escuta e as redes de distribuição em que existem poucos pontos de contato (cavaletes muito distantes, anéis de distribuição, travessias, etc.). O geofonamento deve ser efetuado posicionando-se o sensor sucessivamente a cada 1,5m, aproximadamente, sobre a superfície onde a tubulação está enterrada. Ao ouvir um ruído suspeito, deve ser intensificada a pesquisa nesta área, para definir o ponto com possível vazamento. Caso houver excesso de ruído indesejável durante o dia, a pesquisa deverá ser feita à noite.

O geofone mecânico é um equipamento de escuta de performance limitada, sem filtros ou amplificação dos ruídos. Na ausência do geofone eletrônico, pode ser utilizado, exigindo grande sensibilidade de quem opera.

##### c) Correlacionador de Ruído

O correlacionador é utilizado após o uso da haste de escuta e/ou geofone. O correlacionador é ferramenta essencial para a localização e/ou confirmação de vazamentos onde a aplicação dos demais equipamentos não tenham sido conclusiva no apontamento.

A correlação deve ser realizada obedecendo-se ao seguinte procedimento:

- escolher dois pontos para colocação dos sensores de modo que o suposto vazamento esteja entre os sensores;
- os pontos escolhidos devem ser limpos cuidadosamente com a utilização de escova de aço ou lixa, a fim de proporcionar o melhor contato possível do sensor;
- para tornar este contato ainda melhor, caso necessário, deve-se utilizar adaptadores apropriados;
- escolher os sensores adequados para tubulação metálica ou para tubulação não metálica; e
- montar os pré-amplificadores e regulá-los de modo que o ponteiro fique no terço médio.

O correlacionador funciona rapidamente, obtendo-se uma resposta em poucos segundos, desde que se introduzam os dados necessários. Na maioria das vezes necessita-se de tempo extra para obter os dados da tubulação, principalmente o seu comprimento entre os sensores. O processo de localização de um vazamento pode exigir várias operações do correlacionador, em vários pares de pontos que abranjam o vazamento. Deve-se lançar os dados da tubulação no correlacionador, na sequência em que aparecem na tela as solicitações para entrar com dados:

62

- material: a entrada do material da tubulação será feita sempre a partir do sensor de referência;

- diâmetro: entrar com o diâmetro; e

- comprimento da tubulação: entrar com o comprimento real, medido com roda de medição ou trena.

Com o uso de ouvido do correlacionador, deve ser verificado se os dois sensores estão captando o ruído do vazamento. Após as providências acima, inicia-se a correlação.

Na tela aparecerá um gráfico com um pico, se o correlacionador identificar que um mesmo ruído está chegando aos dois sensores e está sendo transmitido ao correlacionador.

Deve-se sempre ter em mente que o simples aparecimento de um pico não significa necessariamente a existência de um vazamento. O pico pode eventualmente ser uma derivação, válvula estrangulada, ligação clandestina, ramal com grande consumo no trecho compreendido entre os sensores. Daí a necessidade de se proceder a uma verificação cuidadosa das prováveis interferências e efetuar novas correlações, movendo um ou ambos sensores de posição.

Caso os dados introduzidos no correlacionador estejam corretos, o correlacionador, após processar as informações recebidas, indica a posição do vazamento com precisão. Com a trena ou roda de medição, determina-se a distância e efetua-se a marcação do local do vazamento.

##### d) Confirmação e Marcação do Vazamento

O ponto de vazamento indicado pelos equipamentos pode ser confirmado com a aplicação da barra de perfuração (ou perfuratriz).

Definido o ponto de vazamento, este deve ser marcado na planta cadastral, e no local deve-se fazer uma marcação com tinta não-lavável. Se o local não for pavimentado, a marcação do ponto deve ser feita por um croqui de amarração.

##### e) Confirmação do Cadastro da Tubulação

Caso haja dúvidas quanto à localização precisa da rede pesquisada, devem ser utilizados equipamentos denominados locadores de massa metálica, que irão auxiliar na localização das tubulações.

##### f) Registro do Ensaio

Cada vazamento encontrado deve ser registrado em um relatório apropriado. As informações a serem apresentadas no relatório deverão conter, no mínimo, aquelas mostradas no modelo apresentado na sequência.

63

##### g) Manuseio dos Equipamentos

Antes do início dos trabalhos em campo, é importante verificar as condições de operação dos equipamentos, conforme recomendações do fabricante.

Os equipamentos de detecção devem ser manuseados adequadamente, de maneira a preservar a sua funcionalidade e integridade. Cuidados especiais devem ser tomados no posicionamento dos sensores do geofone eletrônico, os quais não devem ser submetidos a impactos.

Segue abaixo um Modelo de Formulário para registro dos pontos de Detecção de Vazamentos Não Visíveis de Líquidos sob Pressão em Tubulações Enterradas.

64



**DETECÇÃO DE VAZAMENTO NÃO VISÍVEL DE  
LÍQUIDOS SOB PRESSÃO EM TUBULAÇÕES  
ENTERRADAS**

**RELATÓRIO DE VAZAMENTO**

NOME DA EMPRESA		Nº DO VAZ.:	
CLIENTE:	CONTRATO:		
SETOR DE ABASTECIMENTO:	ZONA:		
DATA DA CONFIRMAÇÃO:	PLANTA CADASTRAL Nº:		
ENDEREÇO / LOCALIZAÇÃO:			
<b>TIPO DE PAVIMENTAÇÃO</b>		<b>POSIÇÃO DO VAZAMENTO</b>	
<input type="checkbox"/> ASFALTO <input type="checkbox"/> TERRA <input type="checkbox"/> CIMENTO <input type="checkbox"/> PARALELEPÍPEDO <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> REDE <input type="checkbox"/> FERRULE <input type="checkbox"/> RAMAL <input type="checkbox"/> REGISTRO <input type="checkbox"/> CAVALETE <input type="checkbox"/>	
<b>TIPO DE TUBULAÇÃO DA REDE</b>		<b>TIPO DE VAZAMENTO</b>	
DIÂMETRO:            mm		<input type="checkbox"/> NÃO VISÍVEL <input type="checkbox"/> VISÍVEL	
MATERIAL:		<input type="checkbox"/> INFILTRAÇÃO	
EQUIPAMENTOS UTILIZADOS		<b>PRESSÃO NA REDE</b>	
<input type="checkbox"/> HASTE DE ESCUTA <input type="checkbox"/> PERFURATRIZ <input type="checkbox"/> GEOFONE MECÂNICO <input type="checkbox"/> LOCADOR TUB. METÁLICA <input type="checkbox"/> GEOFONE ELETRÔNICO <input type="checkbox"/> LOCADOR TUB. NÃO METÁLICA <input type="checkbox"/> CORRELACIONADOR <input type="checkbox"/> LOCADOR DE MASSA METÁLICA <input type="checkbox"/> BARRA DE PERFURAÇÃO <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> mca <input type="checkbox"/> HORÁRIO <input type="checkbox"/> h	
<b>CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DO VAZAMENTO</b>			
<b>OBS.:</b>			
EQUIPE DA PESQUISA: (NOME/ ASSINATURA):			

65

**5.1.11. Aspectos Comportamentais**

Os profissionais que trabalham em detecção de vazamentos não-visíveis devem ter a consciência de que o seu trabalho envolve contatos ou interação com pessoas. Por isso devem ser rigorosamente obedecidos os seguintes procedimentos:

- trajar-se adequadamente, com asseio, portando jaleco e crachás de identificação;
- identificar o veículo conforme exigências da empresa contratante dos serviços;
- tratar com educação e respeito os moradores, informando o motivo do acesso ao caivete do imóvel. Caso os serviços tenham de ser realizados no período noturno, os moradores envolvidos devem ser comunicados com a devida antecedência; e
- Sinalizar convenientemente quando estiver trabalhando nas vias de tráfego, evitando-se acidentes de trânsito e danos físicos ao profissional e às pessoas em geral.

**5.1.12. Equipamentos necessários para estrutura de 01 (uma) equipe de pesquisa**

Na sequência é apresentada a relação de equipamentos e veículos para atender as equipes de pesquisa:

- 01 veículo tipo van ou Kombi;
- 01 medidor de vazão tipo ultrassom;
- 01 notebook;
- 01 hastes de escuta de 1.500 mm;
- 01 barra de perfuração;
- 01 geofone eletrônico;
- 01 locador de massa metálica;

Na tabela colocada a seguir, segue um orçamento estimativo para aquisição dos equipamentos requeridos para estrutura de formação de 01 (uma) equipe de pesquisa de vazamentos:

66

**Orçamento dos equipamentos para pesquisa de vazamentos**

Equipamento	Unidade	Quantidade	Valor Unit. (RS)	Valor Total (RS)
Veículo (Van ou Kombi)	unid.	01	50.000,00	50.000,00
Medidor de Vazão (ultrassom)	unid.	01	22.800,00	22.800,00
Notebook	unid.	01	3.000,00	3.000,00
Haste de Escuta	unid.	02	680,00	1.360,00
Barra de Perfuração	unid.	01	115,00	115,00
Geofone Eletrônico	unid.	01	9.040,00	9.040,00
Locador de massa metálica	unid.	01	4.600,00	4.600,00
<b>TOTAL</b>				<b>RS 90.915,00</b>

**5.1.13. Substituição de Redes de Distribuição de Ferro Fundido e Cimento Amianto**

A rede de distribuição de água tratada de Nantes é composta por diversos tipos de tubulações com material de ferro fundido, ferro galvanizado, PVC e PEAD, sendo que, na área central que geralmente é a mais antiga, existem muitas tubulações com ferro fundido e ferro galvanizado.

A rede de distribuição conta também com um elevado número de ligações com ferro galvanizado, que necessitam ser substituídas por tubulações e ramais em PEAD.

Como é de total conhecimento, as condições dessas tubulações de ferro fundido, sempre são de profundo estado de deterioração, pelo fato de se encontrarem incrustadas, devido o depósito de resíduos de dióxido de ferro provenientes da reação da parede do tubo com produtos químicos, e as tubulações de cimento amianto apresentam elevado desgaste das paredes ocasionando o aparecimento de furos pela sua fragilidade ao longo do tempo.

A figura colocada a seguir, apresenta uma ilustração de secção de tubulação de ferro fundido com incrustações.



**Figura 45 - Ilustração de secção de tubulação incrustada**

Além disso, ocorrem também algumas tubulações com diâmetros menores que 50mm, tais como 1 1/2" e 1" que eram usadas antigamente, com elevadas perdas de carga, com possibilidade de ocasionar falta de água em algumas áreas, nas horas de maior consumo.

Diante deste contexto foi realizado um levantamento com o pessoal de campo do Prefeitura Nantes visando determinar a quantidade necessária de tubulações a serem substituídas, resultando em cerca de 30% (trinta por cento) da rede de distribuição, que representa cerca de 4.800 metros de extensão. A tabela colocada a seguir, apresenta uma estimativa de custos no valor R\$ 320,00 (Trezentos e Vinte Reais) por metro, incluso materiais, mão de obra, despesas diretas e indiretas, para realização da substituição de rede pelo Método Não Destrutivo (MND).

**Valor dos investimentos para substituição de rede de distribuição**

ITEM	ATIVIDADE	QUANT.	UNITÁRIO (RS)	TOTAL (RS)
1	Substituição de rede de distribuição com DE/DN-60/50mm pelo Método Não Destrutivo (MND).	4.800 m	320,00	1.536.000,00
<b>TOTAL:</b>				<b>1.536.000,00</b>

67

68

## 5.2. Manutenção Dos Reservatórios Metálicos Existentes

Conforme foi determinado no levantamento do sistema de abastecimento de água de Nantes, os reservatórios metálicos contêm alguns tipos de anomalias e corrosões, com suas pinturas deterioradas ao longo do tempo, sendo necessárias reformas com manutenção para fechamento de possíveis trincas e tratamento com processos de impermeabilização. A tabela colocada a seguir apresenta uma estimativa dos custos para reforma e tratamento dos processos de impermeabilização.

### Custos de reforma e impermeabilização dos reservatórios

LOCAL	VOLUME (m³)	TIPO	VALOR ESTIMADO
Reservatório R01 SEDE	200 m³	METÁLICO	RS 68.000,00
Reservatório R02 SEDE	130 m³	METÁLICO	RS 68.000,00
Reservatório R03 PEDRA REDONDA	80 m³	METÁLICO	RS 55.000,00
Reservatório R04 PEDRA REDONDA	50 m³	METÁLICO	RS 38.000,00
<b>TOTAL</b>			<b>RS 229.000,00</b>

## 5.3. Elaboração e Renovação de Outorgas para os Poços Artesianos

Conforme levantamento efetuado junto à Prefeitura Municipal de Nantes serão necessárias quatro (04) projetos para a Elaboração e Revalidação das Outorgas dos poços artesanais existentes no Sistema de Abastecimento de Água de Nantes.

A tabela colocada a seguir apresenta uma estimativa dos custos para elaboração dos projetos de outorgas dos poços artesanais de Nantes.

ITEM	ATIVIDADE	QUANT.	UNITÁRIO (RS)	TOTAL (RS)
1	Elaboração de revalidação das outorgas dos poços artesanais	04	10.000,00	40.000,00
<b>TOTAL:</b>				<b>RS 40.000,00</b>

69

## 6. PROCEDIMENTOS PARA ELABORAÇÃO DOS ÍNDICES DE PERDAS DE ÁGUA SETORIAL E GLOBAL

### 6.1. Apresentação

Consideram-se como perdas de água nos sistemas de abastecimento os volumes não contabilizados pelos órgãos gestores. Esses volumes englobam tanto as perdas físicas, que representam a parcela não consumida (vazamentos no sistema e lavagem de filtros), como as perdas não físicas, que correspondem à água consumida e não registrada (ligações clandestinas ou não cadastradas, hidrômetros parados ou subdimensionados, fraudes em hidrômetros e outras).

A redução das perdas físicas permite diminuir os custos de produção mediante redução do consumo de energia, de produtos químicos e outros. Já a redução das perdas não físicas permite aumentar a receita tarifária, no entanto, melhora a eficiência dos serviços prestados e o desempenho financeiro do prestador de serviços.

As perdas é um dos fatores que mais contribui para o comprometimento do abastecimento de água potável no setor de saneamento. A busca da diminuição deste fator é uma variável estratégica, tanto para as empresas públicas que prestam este serviço, como para o setor privado que deseja atuar nesta área, pois os custos e investimentos necessários para a ampliação da produção e distribuição de água tratada são elevadíssimos.

Para tanto, a elaboração e a implantação de um Plano Diretor de Combate a Perdas Totais de Água é uma das premissas básicas para atingir o objetivo de reduzir as perdas de água, pois além de demonstrar um quadro fidedigno da situação atual, nortearia também todas as ações necessárias à redução contínua e permanente das perdas totais dentro das empresas que prestam serviços de abastecimento de água.

Assim sendo, o Plano Diretor de Combate a Perdas de Água precisa sempre estar em manutenção, envolvendo basicamente quatro (4) tipos de ações, sendo estas:

- medidas preventivas, visando evitar a ocorrência de perdas, especialmente vazamentos, atuando sobre suas causas potenciais: critérios de projeto que contemplem equipamentos de controle de pressão, especificações para materiais, especificações para manutenção de equipamentos, etc.;
- detecção de vazamentos, abrangendo basicamente dois aspectos: a medição e a prospecção;

70

- ações corretivas, através de normas e procedimentos de manutenção de redes, dimensionamento adequado de medidores de acordo com o consumo do usuário e a qualidade da água, otimização de consumos operacionais em lavagem de reservatórios, limpeza e desinfecção de redes, descargas sanitárias, etc.;

- otimização de sistema comercial com a redução das ligações clandestinas, manutenção dos hidrômetros, controle absoluto de áreas, faturamento adequado dos grandes consumidores, etc.

### 6.2. Indicadores de Perdas de Água no Sistema de Abastecimento

Os indicadores de perdas de água são organizados em três categorias: básicos, intermediários e avançados. São básicos os indicadores percentuais de água não contabilizada e água não faturada, reconhecendo-se – nesse nível – a limitação relativa à impossibilidade de apuração em separado das perdas físicas. No nível intermediário essa separação é exigida e a partir dela se constroem indicadores de desempenho hídrico do sistema abrangendo todos os subsistemas, e indicadores específicos de perda física, relacionados a condições operacionais. No nível avançado são incluídos, os indicadores e fatores de ponderação relativos à pressão na rede, reconhecendo-se ser falha a comparação entre serviços que não pondere as diferenças referentes à pressão.

Para o estudo de indicadores de desempenho do sistema de abastecimento torna-se necessário o conhecimento das seguintes definições:

- Volume disponibilizado (VD): soma algébrica dos volumes; produzido, exportado e importado, disponibilizados para distribuição no sistema de abastecimento considerado;
- Volume produzido (VP): Volumes efluentes da(s) ETA ou unidade(s) de tratamento simplificado no sistema de abastecimento considerado;
- Volume importado (Vim): Volumes de água potável, com qualidade para pronta distribuição, recebidos de outras áreas de serviço e/ou de outros agentes produtores;
- Volume exportado (VEx): volumes de água potável, com qualidade para pronta distribuição, transferidos para outras áreas de serviço e/ou para outros agentes distribuidores.
- Volume utilizado (VU): soma dos volumes micromedidos, estimado, recuperado, operacional e especial;
- Volume micromedido (Vm): volumes registrados nas ligações providas de medidores;

71

- Volume estimado (VE): correspondente à projeção de consumo a partir dos volumes micromedidos, em áreas com as mesmas características da estimada, para as mesmas categorias de usuários;

- Volume recuperado (VR): correspondente à neutralização de ligações clandestinas e fraudes;

- Volume operacional (VO): volumes utilizados em testes de estanqueidade e desinfecção das redes (adutoras, subadutoras e distribuição);

- Volume especial (VEs): volumes (preferencialmente medidos) destinados para corpo de bombeiros, caminhões-pipa, suprimentos sociais (favelas, chafarizes) e uso próprio nas edificações do prestador de serviços;

- Volume faturado (VF): Todos os volumes de água medida, presumida, estimada, contratada, mínima ou informada, faturados pelo sistema comercial do prestador de serviços;

- Número de ligações ativas (LA): providas ou não de hidrômetro, correspondem à quantidade de ligações que contribuem para o faturamento mensal;

- Número de ligações ativas micromedidas (Lm): ligações ativas providas de medidores;

- Extensão parcial da rede (EP): extensão de adutoras, subadutoras e redes de distribuição, não contabilizados os ramais prediais;

- Extensão total da rede (ET): extensão total de adutoras, subadutoras, redes de distribuição e ramais prediais; e

- Número de dias (ND): Quantidade de dias correspondente aos volumes trabalhados.

### 6.3. Indicadores Básicos de Desempenho

Os indicadores básicos de desempenho mais utilizados são:

- Índice de Perda na Distribuição (IPD) ou Água Não Contabilizada (ANC);
- Índice de Perda de Faturamento (IPF) ou Água Não Faturada (ANF);
- Índice Linear Bruto de Perda (ILB); e
- Índice de Perda por Ligação (IPL).

### 6.4. Índice de Perda na Distribuição (IPD) ou Água Não Contabilizada (ANC)

Relaciona o volume disponibilizado ao volume utilizado pela equação:

72

$$IPD = \frac{VD - VU}{VD} \cdot 100 \quad (10)$$

VD = volume disponibilizado; e  
VU = volume utilizado.

#### 6.5. Índice de Perda de Faturamento (IPF) ou Água Não Faturada (ANF)

Relaciona a relação entre o volume disponibilizado e o volume faturado pela equação:

$$IPF = \frac{VD - VF}{VD} \cdot 100 \quad (11)$$

VD = volume disponibilizado; e  
VF = volume faturado.

#### 6.6. Índice Linear Bruto de Perda (ILB)

Relaciona a diferença entre o volume disponibilizado e o volume utilizado à extensão parcial da rede pela equação:

$$ILB = \frac{VD - VU}{EP \cdot ND} \cdot 100 \quad (12)$$

VD = volume disponibilizado;  
VU = volume utilizado;  
EP = extensão parcial da rede; e  
ND = número de dias.

#### 6.7. Índice de Perda por Ligações (IPL)

Relaciona a diferença entre o volume disponibilizado e o volume utilizado ao número de ligações ativas.

$$IPL = \frac{VD - VU}{LA \cdot ND} \cdot 100 \quad (13)$$

VD = volume disponibilizado;  
VU = volume utilizado;  
LA = número de ligações ativas; e  
ND = número de dias.

#### 6.8. Indicadores Intermediários e Avançados

São considerados indicadores intermediários aqueles que, para sua obtenção, necessitam de informações específicas mais refinadas do que as utilizadas na construção

73

dos indicadores básicos. Eles dizem respeito a um isolamento das perdas físicas e refinamento de sua localização específica no sistema.

São considerados indicadores avançados aqueles que, adicionalmente aos atributos dos indicadores básicos, envolvem um considerável esforço de monitoramento e controle operacional dos sistemas. É importante que se criem condições para sua apuração entre os serviços brasileiros, mas reconhece-se que, de imediato, não seriam praticáveis para a maior parte deles.

Entre os principais indicadores intermediários destacam-se:

- Indicadores específicos de perda física relacionados a condições operacionais
  - Índice de Perda Física na Distribuição (PFD); e
  - Índice Linear de Perda Física (ILF).
- Indicadores de desempenho hídrico do sistema
  - Índice de Perda Física na Produção (PFP);
  - Índice de Perda Física na Adução (PFA);
  - Índice de Perda Física no Tratamento (PTR); e
  - Índice Total de Perda Física (TPF).

Com relação aos indicadores avançados destaca-se:

- Índice Linear Ponderado de Perda Física (ILP).

#### 6.8.1. Indicadores específicos de perda física relacionados a condições operacionais

##### 6.8.2. Índice de Perda Física na Distribuição (PFD)

Relaciona o volume fisicamente utilizado (VFU) com o volume disponibilizado (VD).

$$PFD = \frac{VD - VFU}{VD} \cdot 100 \quad (14)$$

VD = volume disponibilizado; e  
VFU = volume fisicamente utilizado.

A informação mais estrita de volume utilizado vai incorporar os fatores efetivamente apurados de desvios sistemáticos de micromedição (km) e macromedição (KM), inicialmente igualados a 1, assim como os fatores estatísticos de confiabilidade aplicados sobre os consumos estimados. Para este indicador, as flutuações de km e KM, assim como os desvios estatisticamente admissíveis nos intervalos de confiança de estimativas de consumo, devem ser registradas de forma algébrica e associadas a suas

74

faixas positivas e negativas de variação, e não mais em módulo. Isso faz com que, aplicadas as variações cabíveis, o volume fisicamente utilizado seja uma função do volume utilizado da forma:

$$VFU = VU + \delta n + \delta M \pm \delta E \quad (15)$$

VU = volume utilizado;  
 $\delta n$  = resultante positiva ou negativa de erro sistemático de micromedição;  
 $\delta M$  = resultante positiva ou negativa de erro sistemático de macromedição; e  
 $\delta E$  = Desvios estatisticamente fixados de consumo estimado.

#### 6.8.3. Índice Linear de Perda Física (ILF)

Relaciona a diferença entre volume disponibilizado e volume fisicamente utilizado distribuído pela extensão total da rede.

$$ILF = \frac{VD - VFU}{ET \cdot ND} \quad (16)$$

VD = volume disponibilizado;  
VFU = volume fisicamente utilizado;  
ET = extensão total da rede; e  
ND = número de dias.

#### 6.8.4. Índice Linear Ponderado de Perda Física (ILP) – indicador avançado

A efetiva comparação de desempenho entre serviços, mediante indicadores de perda física por extensão de rede, como o ILF, apenas será equilibrada se levadas em consideração as diferentes pressões de serviço nas redes consideradas. De maneira geral não se deve comparar as perdas lineares entre dois sistemas com grandes diferenças de pressões e daí inferir-se qualquer indicação de eficiência operacional. Os serviços que trabalham em condições de maior pressão tendem a ter maiores perdas volumétricas por extensão de rede que os que trabalham em regime de pressões menores, sem que os primeiros sejam necessariamente menos eficientes. A consideração dos efeitos da pressão pode ser feita de duas maneiras, tendo em vista a comparação entre serviços: (i) mediante a fixação de parâmetros de ILF por faixas de pressão, ou (ii) pelo estabelecimento de fatores de ponderação que tornem o ILF relativo, na forma de um Índice Linear Ponderado de Perda Física (ILP).

75

O segundo procedimento consiste em aplicar para cada setor de pressão um fator de ponderação do Índice Linear de Perda Física, de maneira a se obter um Índice Ponderado de Perda Física, da forma:

$$ILP = \frac{ILF_a \cdot \varphi_a \cdot VD_a + ILF_b \cdot \varphi_b \cdot VD_b + \dots + ILF_n \cdot \varphi_n \cdot VD_n}{VD_a + VD_b + \dots + VD_n} \cdot 100 \quad (17)$$

ILF<sub>a</sub> = índice linear de perda física no setor n;  
 $\varphi_n$  = fator de ponderação de pressão do setor n; e  
VD<sub>a</sub> = volume disponível para distribuição no setor n.

O estabelecimento de referências de fatores de ponderação ainda deve ser melhor discutido pelas entidades representativas dos prestadores de serviços, tendo em vista a adotar parâmetros que efetivamente reflitam a realidade brasileira. Hoje não se dispõe, ainda, de um levantamento sistemático de pressões associadas a perdas físicas, que permita a construção desses fatores. Por isso, este é considerado um indicador avançado a ser adotado com parâmetro de desempenho apenas quando se detenham informações operacionais suficientes.

#### 6.8.5. Indicadores de desempenho hídrico do sistema

Os indicadores de desempenho hídrico do sistema são aqueles que dizem respeito ao aproveitamento de água bruta e à eficiência das estações de tratamento. Sua consolidação com indicadores de desempenho na distribuição pode dar uma idéia do conjunto das perdas de todo o sistema, em uma aproximação de seu desempenho hídrico geral. Estes indicadores são considerados intermediários não tanto pela complexidade de cada um, mas pela necessidade de que sejam associados à indicadores de perdas estritamente físicas.

Inicialmente propõe-se um Índice de Perda Física na Produção que incorpora captação e adução de água bruta e tratamento, tendo em vista as possíveis dificuldades em se estabelecer medições separadas nos diferentes subsistemas. Este indicador depende apenas de uma medição, na saída da captação, além daquela de volume produzido, na saída da ETA ou unidade de tratamento simplificado.

#### 6.8.6. Índice de Perda Física na Produção (PFP)

Este índice leva em conta, conjuntamente, as perdas físicas na adução de água bruta e no tratamento.

76

$$PPF = \frac{VC - VP}{VC} \cdot 100 \quad (18)$$

VC = volume captado; e  
VP = volume efluente da ETA.

#### 6.8.7. Índice de Perda Física na Adução (PFA)

É um subconjunto do Índice de Perda Física na Produção e a este não pode ser somado. Resulta da relação entre o volume captado (VC) e o volume aduzido (VA) afluente a ETA ou unidade de tratamento simplificado.

$$PPF = \frac{VC - VA}{VC} \cdot 100 \quad (19)$$

VC = volume captado; e  
VA = volume aduzido afluente a ETA.

#### 6.8.8. Índice de Perda Física no Tratamento (PTR)

A exemplo do anterior, é também um subconjunto do Índice de Perda Física na Produção e por isso não pode ser somado àquele. Resulta de uma relação entre os dados observados de volume aduzido (VA – volume afluente a ETA) e volume produzido (VP – volume efluente da ETA).

$$PTR = \frac{VA - VP}{VA} \cdot 100 \quad (20)$$

VA = volume aduzido; e  
VP = volume produzido.

#### 6.8.9. Índice Total de Perda Física (TPF)

Será indiretamente composto pelas perdas físicas parcialmente apuradas nos subsistemas de produção e distribuição. Contudo, como estas são calculadas a partir de diferentes parâmetros, não é possível simplesmente soma-las. Será uma função do volume captado (VC), mais o volume importado (VIm), menos o volume exportado (VEx), em relação ao volume fisicamente utilizado (VFU) no sistema.

$$TPF = \frac{(VC + VIm - VEx) - VFU}{VC + VIm - VEx} \cdot 100 \quad (21)$$

77

#### 6.9. Índice de Perdas no Sistema de Abastecimento de Água de Nantes

A seguir na tabela colocada a seguir, são apresentados os volumes produzidos e micromedidos no sistema de abastecimento de água de Nantes com o número de ligações de Janeiro/2021.

##### Produção de água tratada nos poços profundos artesanais:

DESCRIÇÃO DO POÇO	VAZÃO (m³/h)
Poço P01 – Rua Silveira Martins	31,0
Poço P02 – Rua Urias Leme dos Santos	27,0
Poço P03 – Final da Rua Guarani	8,8
Poço P04 – Final da Rua Ambar (Bairro Pedra Redonda)	9,3
<b>TOTAL:</b>	<b>76,1 m³/h</b>

Calculo Estimado do Volume Produzido:

Poço P01 = 31,0 x 16,0 horas = 496,0 m³/dia

Poço P02 = 27,0 x 16,0 horas = 432,0 m³/dia

Poço P03 = 8,8 x 16,0 horas = 140,8 m³/dia

Poço P04 = 9,3 x 10,0 horas = 93,0 m³/dia

Volume Diário Estimado = 1.161,8 m³/dia

**Volume Produzido Mensal Total : 1.161,8 x 30 = 34.854,0 m³/mês**

##### Estimativa do Volume Consumido mensal

POPULAÇÃO URBANA	No. LIGAÇÕES	VOLUME (m³/mês)
2.821	952	11.900,00

Obs: O cálculo do volume consumido foi feito através da média das ligações de 12,5m³/ligação x mês:

**Volume consumido = 952 ligações x 12,5 m³/mês = 11.900,0 m³/mês**

SISTEMA	VOLUME PRODUZIDO (m³/mês)	VOLUME CONSUMIDO (m³/mês)	ÍNDICE DE PERDAS GLOBAL (%)
SEDE + PEDRA BELA	34.854,0	11.900,0	65,8%

78

#### 6.10. Índice de Perdas Médio

Através do volume produzido e micromedido nas medições dos poços e média das leituras dos hidrometros foi obtido o Índice de perdas médio Mensal como segue:

**Índice de Perdas médio no sistema de Água de Nantes = 65,8 %**

#### 6.11. Porcentagens dos fatores que compoem o Índice de Perdas Total.

A tabela colocada a seguir apresenta as porcentagens de contribuição estimadas, do índice de perdas total referente ao mês de Abril de 2018 no Sistema de Abastecimento de Nantes.

##### Composição dos fatores de perdas e porcentagens estimadas.

FATORES DAS PERDAS	PORCENTAGEM ESTIMADA (%)
PERDAS NO TRATAMENTO	4,0%
PERDAS NOS RESERVATÓRIOS	7,0%
VAZAMENTOS	10,2%
MACROMEDIÇÃO ULTRASSOM	2,0%
MICROMEDIÇÃO NOS HIDROMETROS	42,6%
<b>TOTAL</b>	<b>65,8%</b>

#### 6.12. Procedimentos para Implantação do Monitoramento dos Índices de Perdas

A confiabilidade dos indicadores básicos e a capacitação para produzir indicadores intermediários e avançados dependem de uma série de avanços operacionais que permitam ao gestor do serviço de saneamento avaliar com clareza para onde e em que quantidade é destinada a água, em cada segmento do processo de produção e distribuição. As necessidades específicas de monitoramento já foram apontadas anteriormente. A seguir são reproduzidos itens recomendados como medidas para a maior confiabilidade das informações operacionais, as quais se aplicam à realidade atual da maioria dos serviços brasileiros. Esses itens devem ser assumidos como linhas de ação para apoio e assistência técnica em seus planos regionais e locais:

- buscar a qualidade da macro e micromedição como forma de proporcionar valores próximos da realidade;
- implantar rotinas ágeis e precisas de cálculo e análise dos indicadores, com a informatização dos processos de trabalho;
- compatibilizar períodos de macro e microleitura;
- dispor de equipe dedicada, monitorando e analisando a situação, e acionando as demais áreas da empresa em atividades de redução de perdas de água/faturamento;

79

- ter 100% de macromedição permanente dos volumes de água bruta e disponibilizada para distribuição;
- garantir o isolamento das áreas de influência dos macromedidores;
- dispor de medidores de boa qualidade e resolução, adequadamente dimensionados, instalados e aferidos, com manutenção preventiva e corretiva;
- assegurar a confiabilidade nos processos de leitura dos macromedidores, incluindo a consistência dos valores apurados;
- buscar a hidrometração de toda a água consumida;
- garantir a confiabilidade nos processos de leitura dos hidrômetros por meio de microcoletores, incluindo rotina de análise do volume apurado com base no índice de variação de consumo dos períodos anteriores;
- implementar política de combate à clandestinidade (furo de água e violação de medidores);
- manter as informações dos bancos de dados sempre atualizados e coerentes com a realidade; e
- estabelecer rotinas de manutenção corretiva e preventiva, englobando a troca de hidrômetros quebrados, violados, embaçados e parados, ou com idade vencida.

#### 6.13. Gerenciamento das Perdas Físicas

##### 6.13.1. Esquema Geral

O efetivo controle de perdas físicas é feito através de quatro atividades:

- gerenciamento de pressão;
- controle ativo de vazamentos;
- velocidade e qualidade dos reparos; e
- gerenciamento da infraestrutura.

O gerenciamento de pressões procura minimizar as pressões do sistema e o tempo de duração de pressões máximas, enquanto assegura os padrões mínimos de serviço para os consumidores. Estes objetivos são atingidos pela setorização dos sistemas de distribuição, pelo controle de bombeamento direto na rede ("boosters") ou pela instalação de válvulas redutoras de pressão (VRPs).

O Controle Ativo de vazamentos se opõe ao Controle Passivo, que é, basicamente, a atividade de reparar os vazamentos apenas quando se tornam visíveis. A metodologia mais utilizada no controle ativo de vazamentos é a pesquisa de vazamentos não visíveis,

80

realizada através de métodos acústicos de detecção de vazamentos, ou seja, quanto maior for a frequência da pesquisa, maior será a taxa de volume anual recuperado. Uma análise de custo-benefício pode definir a melhor frequência de pesquisa a ser realizada em cada área.

Com o conhecimento da existência de um vazamento, o tempo gasto para sua efetiva localização e seu estancamento é um ponto chave do gerenciamento de perdas físicas. Entretanto, é importante assegurar que o reparo seja bem realizado. Um serviço de má qualidade resultará em uma reincidência do vazamento, horas ou dias após a repressurização da rede de distribuição.

A prática das três atividades mencionadas anteriormente já traz melhorias à infraestrutura. Portanto, a substituição de trechos de rede deve ser executada após a realização dessas atividades, caso ainda se detectar índices de perdas elevados na área, pois o remanejamento de tubulações é oneroso.

Na Figura 46, colocada a seguir, o tamanho do retângulo representa o volume de perdas físicas de um sistema de distribuição num ano, e que está sendo mantido aquele volume pela combinação das quatro atividades mencionadas. Se há um relaxamento de uma dessas atividades, as dimensões do retângulo irão aumentar naquela direção. Inversamente, se o volume de perdas precisa ser reduzido, é necessário incrementar os esforços e o custo anual de uma ou mais atividades a fim de se reduzir as dimensões do retângulo.

### 6.13.2. Áreas de Controle

A existência de porções bem definidas da rede de distribuição de água é fundamental para o desenvolvimento dos trabalhos de detecção de vazamentos, principalmente para a avaliação dos resultados e controle geral do processo.

A rede de distribuição é dividida em setores de abastecimento e zonas de pressão, que são delimitadas pelo fechamento de registros em pontos determinados. Além dessa divisão, é possível e recomendável definir áreas ainda menores, denominadas Distritos Pitométricos, também perfeitamente estanques, onde se mede a vazão de entrada e, a partir dos dados obtidos, são feitas análises relativas às perdas físicas.

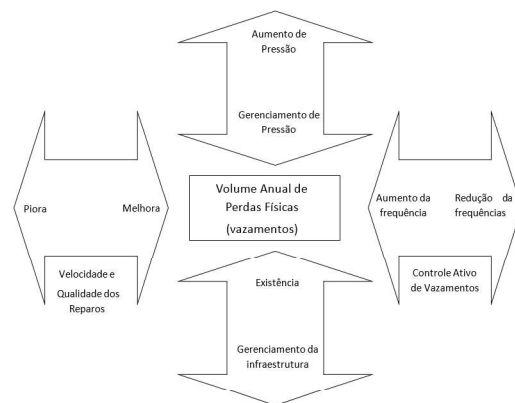


Figura 46 - Esquema geral do gerenciamento de perdas físicas

Assim, as perdas setoriais serão possíveis de serem monitoradas após a real implantação dos setores de abastecimento bem como os medidores de vazão a serem instalados na entrada de cada setor. Desta forma, a micromedição irá compatibilizar os hidrômetros situados no referido setor para comparar com a macromedição, indicando um índice de perda para o respectivo setor.

Uma vez implantado a estrutura para obtenção das perdas setoriais deve-se calcular os índices de perdas (descritos anteriormente) para cada setor em períodos mensais.

A seguir serão feitas considerações mais detalhadas sobre essas Áreas de Controle.

### 6.13.3. Setores e Zonas de Pressão

Cada setor de abastecimento é definido pela área suprida por um reservatório de distribuição (apoiado, semienterrado ou enterrado), destinado a regularizar as variações de adução e de distribuição e condicionar as pressões da rede. O abastecimento de rede por derivação direta de adutora ou por recalque com bomba de rotação fixa é condenável,

pois o controle de pressões torna-se praticamente impossível diante das grandes oscilações de pressão decorrentes de tal situação.

Na setorização clássica, em geral, é necessária a existência de um reservatório elevado, cuja principal função é condicionar as pressões nas áreas de cotas topográficas mais altas que não podem ser abastecidas pelo reservatório de distribuição (principal). Nesse caso, tem-se o setor dividido em zonas de pressão, na qual as pressões estática e dinâmica obedecem a limites prefixados. Segundo a Norma Técnica NBR 12218/1994 a pressão estática máxima nas tubulações distribuidoras deve ser de 500 kPa (50 mca), e a pressão dinâmica mínima de 100 kPa (10 mca). Valores fora dessa faixa podem ser aceitos desde que justificados técnica e economicamente.

Tubulações utilizadas no abastecimento de água, devem suportar uma pressão mínima de 1.000 kPa (100 mca).

Na implantação de um sistema de abastecimento, pela setorização clássica, a definição das zonas de pressão é feita tomando como base a limitação da pressão estática máxima em 50 mca no ponto mais baixo da zona de pressão, e a limitação da pressão dinâmica mínima em 10 mca no ponto crítico da zona de pressão. O ponto crítico é aquele, dentro da zona de pressão, onde se verifica a menor pressão dinâmica, isto é, o ponto mais elevado ou mais distante em relação ao referencial de pressão (reservatório, boosters ou VRP). Com o passar do tempo, o ponto crítico pode se deslocar devido ao aumento de rugosidade em função da idade da tubulação, tendendo a se localizar inicialmente no ponto mais alto da zona de pressão e, futuramente, nos pontos mais distantes em relação ao referencial de pressão. Ele é utilizado para se estimar o potencial de redução de pressão da área, além de ser um ponto de controle de abastecimento. A mínima pressão aceitável neste ponto pode variar entre as companhias de saneamento. Entretanto, em muitas áreas, a pressão mínima das redes de distribuição, de 10 a 15 mca de carga, manterá o abastecimento de forma satisfatória.

### 6.13.4. Distritos Pitométricos

Entende-se por Distrito Pitométrico (DP) a área perfeitamente delimitada, por meio de fechamento de registros, ou naturalmente por acidentes geográficos, avenidas, linhas férreas, ou outros, cuja fonte de alimentação é conhecida e mensurável por meio de processos pitométricos.

A implantação de DPs, além de apresentar benefícios diretos, tais como a indicação de vazamentos não-visíveis e de ligações clandestinas, gera benefícios

indiretos, como manutenção preventiva de peças especiais (registros, hidrantes etc.), melhor adequação da rede, permitindo o isolamento de pequenas áreas para serviços de reparos, maior flexibilidade nos fluxos d' água, advinda das interligações para eliminação de pontos mortos, e levantamentos sistemáticos de dados operacionais e de projeto (vazões e pressões).

O tamanho de um DP deve levar em conta os seguintes fatores:

- Homogeneidade do consumo: tanto quanto possível, o DP deve conter consumidores da mesma classe (residencial, comercial ou industrial);
- Linha de alimentação: a dimensão da linha ou linhas de alimentação do DP deve ser suficiente para abastecer a área sem problemas e ter velocidades de água compatíveis com os limites de precisão dos aparelhos de medição de vazão;
- Fechamento de registros: a quantidade de registros a serem fechados para isolar o DP não deve ser maior do que vinte (20);
- Número de ligações: é recomendável um número entre 1.000 ligações e 3.000 ligações, pelas dificuldades de análise das medições das vazões mínimas noturnas; e
- Extensão: deve ser tal que o tempo de preparação do DP não seja maior que o tempo que se gastaria para pesquisá-lo acusticamente. É recomendável que a extensão total da rede não ultrapasse 25 km.

Quanto a quantidade de pontos de medição de um DP é preferível ter apenas uma linha alimentadora, bastando para medição global a instalação de uma única Estação Pitométrica (EP), que deve se localizar a uma distância equivalente a 10 diâmetros a montante e a 20 diâmetros a jusante de qualquer singularidade na tubulação (curvas, válvulas, etc).

É possível, contudo, que o Distrito Pitométrico seja servido por mais de uma linha de alimentação ou que uma de suas linhas esteja abastecendo outro Distrito. Nesses casos devem estar previstas tantas Estações Pitométricas quantas forem necessárias, para que através de medições simultâneas de vazão, se obtenha o hidrograma de consumo na área em questão.

## 6.14. Parâmetros Básicos de Controle das Perdas de Água

### 6.14.1. Nível Mínimo de Vazamentos

É impossível reduzir a zero o número de vazamentos na rede de distribuição, seja por limitações tecnológicas dos equipamentos de detecção, seja por razões econômicas, envolvendo os custos requeridos para se ter tal estrutura funcional na empresa em contrapartida aos benefícios auferidos.

O nível mínimo de vazamentos aceitável agrega os vários pontos de fuga que são muito pequenos para serem descobertos pelos métodos usuais de detecção, geralmente ocorrendo nas juntas nas redes ou nos ramais prediais. Este número engloba, portanto, o conceito de “Vazamentos Inerentes”, ou seja, são os vazamentos não-visíveis não detectáveis através dos equipamentos de pesquisa atualmente disponíveis (vazões muito baixas, que ocorrem geralmente nas juntas e nos estágios iniciais dos processos de corrosão). A este número deve ser somado um volume relativo ao tempo mínimo para o conserto dos vazamentos visíveis e um volume relativo ao tempo aceitável para a detecção e conserto dos vazamentos não-visíveis.

Estudos recentes procuram definir um padrão universalmente aceito para o nível mínimo de vazamentos entre distintas áreas ou companhias de saneamento, que apresentam diferentes densidades de ligações, comprimentos e materiais dos tubos, pressões de operação e outras condições de infraestrutura. Este nível mínimo aceitável denomina-se “Perda Inevitável”.

#### 6.14.1.1. Vazão Mínima Noturna

Em sistemas de abastecimento de água, as vazões consumidas pelos clientes variam ao longo do dia (e também ao longo dos meses, em função da sazonalidade). Geralmente o pico de consumo se dá entre 12h00 e 14h00, caindo gradativamente até atingir o consumo mínimo entre 3h00 e 4h00 da madrugada.

Nos horários onde ocorre a vazão mínima, há evidentemente uma correspondência com as atividades humanas que demandam água: os consumos residenciais são muito pequenos, as atividades comerciais e públicas estão paralisadas e uma grande parte das indústrias também não está funcionando. É justamente nessa hora onde se pode ter uma boa avaliação das vazões que escapam pelos vazamentos na rede de distribuição. Tais vazamentos, portanto, nesses horários, englobam parcela significativa das vazões medidas.

A análise da Vazão Mínima Noturna constitui-se em uma das ferramentas mais utilizadas para a avaliação das perdas físicas, desde que se atente para:

- A correta definição do ponto de medição;

85

- O emprego adequado dos equipamentos de medição;
- A segurança quanto à estanqueidade da área de análise;
- O conhecimento (medido e estimado) dos consumos próprios da área no instante da vazão mínima noturna (indústria, principalmente).

#### 6.14.1.2. Pressão Média Noturna

O conhecimento das pressões reinantes na área de estudo no instante em que ocorre a Vazão Mínima Noturna agrega outra ferramenta para se planejar e avaliar os vazamentos e as formas de combatê-los.

É aconselhável que os estudos adotem um ponto específico da rede (representativo da pressão média noturna) para controle da performance do sistema (medições de pressão). Um outro ponto de controle a ser adotado é o Ponto Crítico, que é aquele mais distante do referencial de pressão ou de maior cota, onde ocorre a menor pressão dinâmica. É muito importante nos programas de controle de pressão, pois é um indicador do potencial de pressão a ser reduzida.

#### 6.14.1.3. Fator de Pesquisa

Fator de Pesquisa (FP) é a relação entre a vazão mínima noturna de um DP e a sua vazão média, dada em porcentagem:

$$FP = \frac{Q_{\text{mínimo-noturna}}}{Q_{\text{média}}} \times 100(\%) \quad (22)$$

O Fator de Pesquisa é um parâmetro que dá indicações fortes sobre a existência de vazamentos na área. Valores altos significam grande potencial de retorno nos trabalhos de pesquisa acústica para detecção dos vazamentos e valores baixos indicam comportamento das vazões que não exige a continuidade dos estudos e nem a pesquisa acústica subsequente.

#### 6.14.2. Análise Econômica

A atividade de combate aos vazamentos na rede de distribuição de água é uma intervenção operacional que envolve custos em várias etapas do processo. O levantamento e a apropriação desses custos serão importantes para a análise econômica do controle de perdas que será conduzido para a região em estudo.

As principais variáveis que devem compor os levantamentos são:

- custos unitários referentes ao apontamento dos vazamentos visíveis através do sistema de atendimento telefônico;

86

- custos referentes aos trabalhos de detecção de vazamentos não visíveis (mão de obra, equipamentos, materiais, administração, etc.);

- custos referentes ao reparo dos vazamentos (mão de obra, equipamentos, materiais, administração, etc.);

- custo relativo ao valor da água perdida (ou recuperada) nos vazamentos.

Os custos variam de local para local, dependendo das condições de mercado e da tecnologia dos prestadores de serviço e das características do sistema de abastecimento (taxa de surgimento de vazamentos, disponibilidade hídricas etc.).

Através da análise econômica relativa aos vazamentos é possível determinar o nível aceitável de vazamentos na rede, que é definido como sendo o nível a partir do qual os custos adicionais para incrementar a detecção de vazamentos superam os custos adicionais para aumentar a produção de água. Em outras palavras, quanto menos e menores vazamentos a rede apresentar, mais difícil e cara será a sua detecção, o que pode não compensar, em comparação com os gastos com a produção de água tratada.

Simplificando, a equação básica para definir o nível econômico de perdas por vazamentos na rede é a seguinte:

$$\text{Vol. Perdido Vaz.} * \text{Custo Unit. Prod. Água} = \text{Custo (Reparo Vaz + Pesq.Vaz)} \quad (23)$$

Da mesma forma, a análise econômica pode indicar a frequências ideal de pesquisas para a detecção de vazamentos. Ciclos maiores significam menores despesas anuais com atividades de prevenção de vazamentos, mas com maiores perdas de água pelos vazamentos. Menores ciclos requerem maiores despesas e menores perdas de água.

A aplicação da análise benefício-custo na abordagem econômica é conveniente para verificar o período de retorno dos investimentos feitos para detectar e corrigir os vazamentos, em contrapartida aos custos de produção da água que foi recuperada ao se estancar as perdas. É uma ferramenta útil para planejamento e avaliação das atividades de detecção.

87

## 7. DIAGNÓSTICO DE MICROMEDIÇÃO

Um dos maiores problemas enfrentados pelas empresas prestadoras dos serviços de Água e Esgoto, tais como a Prefeitura de Nantes, é com relação ao desperdício de água. Atualmente a média deste índice chega a níveis muito altos, estando aí incluso perdas físicas e não físicas. Desta forma a PREFEITURA deixa de medir grande parte da água por ela captada, que se fossem transformadas em receita, tornar-se-ia bem mais apta a investir em melhorias do processo, tornando-se continuamente mais eficiente.

Alguns fatores influenciam a medição de consumo pelos hidrômetros, sendo necessário a sua substituição porque o hidrômetro é um aparelho instalado para registrar o consumo de água das ligações e, dependendo do tempo de uso e das condições de conservação, ele vem se desgastar, havendo a necessidade de substituição por um novo equipamento.

A substituição do hidrômetro se faz necessária pela periodicidade de manutenção, pelo limite do volume registrado, ou pelo defeito ou falha no equipamento, detectados pelos leituristas, que realizam as leituras dos hidrômetros na apuração mensal do consumo na ligação do consumidor.

A metodologia de combate às perdas comerciais aqui desenvolvidas terá seus trabalhos baseados no método de Análise e Solução de Problemas de Perdas, sendo caracterizado por quatro etapas de execução, que são o Planejamento, Execução, Análise dos resultados e as Ações Corretivas.

A base de todo o trabalho deverá estar sedimentada em apenas duas variáveis que são o Volume Produzido (Vp) e o Volume Consumido (Vc), com o objetivo permanente de redução do volume produzido e o aumento do volume consumido.

Desta forma a primeira etapa do processo deve ser o levantamento das possíveis causas que estariam afetando o parâmetro Volume Consumido (Vc) através dos relatórios do Rol de Hidrômetros a serem apresentados pela PREFEITURA. Destes documentos deverão ser montadas as fichas de inspeção em ligação de água, com as irregularidades informadas pelos leituristas, devido aos baixos consumos e pela vida útil dos hidrômetros.

A segunda etapa é caracterizada pelas ações de pesquisa de campo necessárias a complementar as informações relatadas na primeira fase.

A terceira e quarta etapas caracterizam-se pela análise dos resultados assim como o planejamento para efetuar as correções necessárias do processo de forma a torná-lo mais eficiente.

88

Diante do exposto, foi caracterizada uma forma detalhada com as quatro etapas do diagnóstico para o permanente combate às perdas comerciais como segue:

#### 7.1. Primeira Etapa: Planejamento

– A PREFEITURA deverá realizar reunião com as equipes do departamento comercial e operacional para troca de informações sobre a pesquisa de Micromedição realizada neste trabalho, com as causas das interferências existentes que impossibilitam a correta medição dos volumes consumidos (Vc);

– A PREFEITURA deverá elaborar um fluxograma contemplando as ações mais relevantes para o combate às perdas comerciais, relacionadas abaixo:

a) Dimensionamento/Troca de hidrômetros: adequação dos hidrômetros a sua faixa de consumo correta e análise da necessidade de substituição dos hidrômetros antigos (instalados há mais de 05 anos);

b) Análise e correção dos hidrômetros inclinados: considerando os estudos já realizados que confirma que a inclinação afeta a capacidade de medição dos hidrômetros, essa ação visa desincliná-los os aparelhos que se encontram nessa condição;

c) Análise de Condomínio: considerando que os condomínios são potencialmente grandes consumidores, é necessário dedicar atenção especial a esses hidrômetros, verificando e monitorando mensalmente os volumes consumidos e se os medidores estão dimensionados adequadamente dentro das faixas de precisão;

d) Instalação de hidrômetros em economias sem medidor: o hidrômetro é o equipamento fundamental nesse trabalho de combate ao desperdício, visto que é através dele que ocorre a quantificação do que realmente é consumido. Assim, quanto mais próximo de 100% de hidrometração, mais confiáveis são os índices e a busca do aumento do volume consumido, ocorrendo um grande passo no combate às perdas;

e) Análise dos consumos baixos: esta ação visa identificar todas as causas de consumos considerados baixos (valor considerado menor ou igual a 5 m<sup>3</sup>/mês). Esta ação necessita da verificação das condições da economia (se é casa, comércio ou indústria), número de pessoas que moram no local, possibilidade de haver ligação clandestina com desvio de água, sem passar pelo hidrômetro, existência de poço, etc.;

f) Análise da Evolução da Rota (factíveis): a evolução é a comparação entre o número de ligações ativas na rota da atualidade e nos últimos 24 meses. Se a evolução estiver negativa, é sinal que essa rota perdeu ligações. Busca-se então um trabalho comercial visando a recuperação de usuários, a fim que voltem a ser consumidores da

89

PREFEITURA. Outra ocorrência que deve ser analisada com muita propriedade é o fato de o sistema de informatização estar perdendo informações e com isso alterando o número de ligações cadastradas, diminuindo o volume consumido (Vc);

g) Análise de consumos estimados (ocorrências de falta de leitura): o consumo estimado ocorre devido ao fato do leitorista não ter acesso ao hidrômetro. Uma ação comercial, através de correspondência ao usuário, solicitando a liberação do hidrômetro. Atualmente estão sendo utilizadas caixas de proteção de hidrômetros do lado externo do imóvel para evitar esse tipo de problema, além de outras vantagens que essa caixa de proteção permite;

h) Análise dos hidrômetros que não tem lacre (caça fraudes): o lacre tem a função de assegurar que ninguém, sem a devida autorização, tenha mexido no hidrômetro, visto que a experiência mostrou inúmeras situações na qual os usuários têm violado o aparelho, retirando e instalando virado, entre outros casos de fraudes.

j) Análise das ligações cortadas na rota há mais de três meses (teste de fonte alternativa): deverão ser verificadas as matrículas que tiveram o abastecimento suspenso há mais de três meses, se estão realmente se abastecendo de poço, ou se violaram o corte da ligação; e

k) Realizar o recadastramento de todos os imóveis para atualização do cadastro comercial, uma vez que ao longo do tempo os registros de novas e/ou mudanças de ligações vão ficando desatualizadas e acabam deixando de incorporar essas ligações que ficaram pendentes por diversos motivos e acabam caindo no esquecimento.

#### 7.2. Segunda Etapa: Execução

– Conhecer os critérios de seleção das rotas: A análise das ocorrências deverá ser feita sobre as rotas comerciais, cuja definição é um conjunto de matrículas pertencente a uma mesma região geográfica em que o leitorista coleta os dados de consumo. Das rotas selecionadas serão separadas as matrículas que sofrerão as análises dos critérios colocados no fluxograma;

– Análise das matrículas selecionadas, aplicando o fluxograma elaborado, identificando as irregularidades. Esta fase executiva já está sendo realizada e será relacionada nas fichas de inspeção em ligação de água com todas as irregularidades já encontradas e identificadas; e

– Abertura das Ordens de Serviço para corrigir as irregularidades encontradas: Esta ação deverá ser executada pela PREFEITURA o mais rápido possível, uma vez que

90

o volume de ocorrência no setor de distribuição é muito alto, havendo um grande desperdício de água, diminuindo o volume consumido e aumentando a necessidade do Volume produzido, sem o devido retorno de receitas para a PREFEITURA.

#### 7.3. Terceira Etapa: Verificação Dos Resultados

A partir do momento em que a PREFEITURA aplicar esta metodologia, será necessária a análise dos resultados, através de sua verificação, controle, eficiência, portanto é fundamental que a PREFEITURA crie a função de Analista de Consumo, que será responsável pelo acompanhamento e monitoramento de todas as fases desta metodologia bem como a avaliação dos resultados.

A avaliação dos resultados deverá ser feita através da geração de relatórios gerenciais, de reuniões de análise crítica e através de controle estatístico dos volumes consumidos e das ligações existentes. Esses resultados deverão ser apresentados na forma de gráficos, além de permitir outras informações tais como: número de ligações existentes nas rotas, quantidade de economias hidrometradas e sem hidrômetros, número de condomínios, ocorrência de ligações com consumo menor ou igual a 5,0 m<sup>3</sup> e com consumo zero, valor faturado, entre outras informações relevantes.

#### Quarta Etapa: Ações Corretivas

A partir da avaliação dos resultados, são propostas novas ações corretivas, visando o aperfeiçoamento do processo.

Resultados esperados: Com a colocação em prática desta metodologia com todas as fases relacionadas acima, espera-se obter uma grande diminuição dos índices de combate a perdas de água, relativos às perdas não físicas, uma vez que o número de ocorrências no setor de distribuição é muito elevado como pode ser observado nas fichas de inspeção em ligação de água.

#### 7.4. Plano Estratégico Visando A Manutenção Preventiva E Elaboração De Procedimentos Para O Controle Do Gerenciamento

Esta atividade de Melhorias da Gestão da Micromedição vem de encontro com a preocupação dos dirigentes da PREFEITURA em relação às perdas existentes no Sistema de Abastecimento de Água de Nantes, uma vez que o aumento gradativo das perdas poderá atingir níveis insuportáveis, prejudicando o bom andamento dos serviços, a imagem da PREFEITURA perante a população, e principalmente a saúde financeira desta, com relação aos seus compromissos e com investimentos necessários para acompanhar o crescimento populacional da cidade.

91

É recomendado que a Manutenção Preventiva seja feita conforme as normas técnicas do INMETRO, que recomenda a troca dos hidrômetros a cada 05 (cinco) anos de vida útil, ou quando a leitura retorna para o ZERO. Assim no parque de hidrômetros da PREFEITURA serão analisados os hidrômetros, com a identificação das datas de instalações dos hidrômetros. Assim, recomenda-se que periodicamente seja realizado o acompanhamento do cadastro com as datas de instalações dos hidrômetros, para que sejam identificados os hidrômetros instalados acima de 05 anos e proposto a troca de todos eles.

Os grandes consumidores de água no município de Nantes encontram-se em sua grande maioria no Comércio local, Escolas, Postos de Saúde e Órgãos Públicos. Ressalta-se que estes medidores devem estar dentro das faixas ideais de medição de vazão, portanto adequadamente instalados. No entanto estes medidores devem ser trocados a cada cinco anos. Assim, quando passar este período deve-se providenciar a sua troca ou aferição. Desta forma recomenda-se que os grandes consumidores tenham um tratamento especial em relação aos hidrômetros e suas capacidades, quando comparados com as vazões médias mensais, e que sejam monitorados e acompanhados os volumes mês a mês, com análise e tomada de decisões quando houver desvios muito elevados em relação aos consumos médios mensais.

Dentre outros inúmeros resultados, está o desafio de atingir a meta de aumentar o volume consumido, além da recuperação dos volumes perdidos nos vazamentos, reduzindo dessa forma o Índice de Perdas.

O engajamento de todos os funcionários dos departamentos comercial e operacional é fundamental para o sucesso deste trabalho.

E finalmente considera-se que a busca deste processo não é considerada a solução final, pelo contrário, ela desafia toda a equipe técnica da PREFEITURA a combater os problemas existentes e que o seu refinamento contínuo irá atingir metas cada vez mais animadoras.

#### 7.5. Número de ligações de Água

Através do SNIS-2019, foi realizado um levantamento que consta o número de 952 ligações ativas, com volume médio micromedido por ligação de 12,5 m<sup>3</sup>/mês. Portanto a VM Engenharia realizou junto à Prefeitura de Nantes o levantamento de dados atuais em relação ao Cadastro Comercial.

Nesse levantamento estão identificados os seguintes dados das ligações de água:

92

-ENDEREÇO COMPLETO E NOME DO PROPRIETÁRIO OU RESPONSÁVEL;

-NÚMERO DO HIDRÔMETRO QUE FOI CADASTRADO;

-LEITURA MAIS RECENTE DO VOLUME INDICADO NO HIDRÔMETRO;

-CONSUMO DOS ÚLTIMOS SEIS (06) MESES (SE POSSÍVEL);

-INDICAÇÃO DA SITUAÇÃO DO HIDRÔMETRO (QUEBRADO, PARADO, EMBAÇADO, ETC).

De posse desse levantamento a VM Engenharia realizou o Projeto de Micromedição, com o número de hidrômetros a serem trocados e/ou substituídos, o número de caixas de proteção para os hidrômetros, bem como elaborar uma Planilha de Orçamento com os Materiais, Peças Hidráulicas e Mão de Obra para sua execução.

Através do Setor de Leituras da Prefeitura Municipal de Nantes foram identificados um total de 952 (Novecentos e cinquenta e duas) ligações de água. Dessa forma, esse total de 952 hidrômetros deverão ser substituídos. Esses hidrômetros irão substituir os existentes que estão instalados a mais de 10 e 15 anos em operação, com grandes erros de medição, parados, quebrados, embaçados e outras ocorrências, causando grandes prejuízos a Administração, além de altas perdas de água devido ao desperdício sem controle.

Deverão ser fornecidas também 952 (novecentos e cinquenta e duas) unidades de Caixas de Proteção para hidrômetros em material de policarbonato, padrão SABESP (Norma NTS-225 Sabesp).

Os hidrômetros novos deverão ser fornecidos, instalados e cadastrados pela Empresa que vier a ser contratada para a realização desse trabalho em conjunto com o responsável pelo setor do Cadastro Comercial da Prefeitura Municipal de Nantes.

Será apresentado anexo a este Plano Diretor em arquivo digital CD-ROM, a relação dos 952 (novecentos e cinquenta e dois) hidrômetros, bem como os respectivos endereços e numeração dos imóveis dos consumidores para serem substituídos e instalados.

Na sequência é apresentada a especificação do hidrômetro Taquimétrico Unijato que deverá ser fornecido e instalado no sistema de abastecimento de água no município de Nantes.

93

## 7.6. Especificação Técnica Do Hidrômetro Taquimétrico Unijato Com Vazão Máxima De 1,5 m3/hora.

Características do Hidrômetro Taquimétrico Unijato:

- Hidrômetro Taquimétrico;

-Transmissão Magnética;

-Unijato;

-DN = 20mm;

-Classe Metroológica B

-Vazão Nominal = 0,75m3/hora;

-Vazão Máxima = 1,5m3/hora;

-Visor com leitura a 45° e Giro de 360°;

-Lacre Antifraude para hidrômetros até 3,0m3/hora;

-Tubete longo de liga de cobre para hidrômetros (20mm) NBR 8193/8195;

-Porca de Tubete para hidrômetro com liga de cobre DN 20mm sextavada.

A empresa a ser contratada deverá realizar o fornecimento completo incluindo todos os acessórios e ferramentas especiais para montagem e manuseio.

## 7.7. Especificação Técnica para Caixa de Proteção para Hidrômetro. (Padrão SABESP)

Caixa de Proteção para hidrômetro fabricada em resina termoplástica de policarbonato na cor cinza para atender as instalações das conexões e hidrômetro no formato tipo "L".

Proteção contra UV e demais elementos que garante a rigidez e durabilidade;

Proteção total contra corrosão e intempéries naturais;

Padronização das ligações de água na rede de distribuição;

Menor incidência de quebras e manutenção ocasionadas por fraudes;

Facilidade de leitura do hidrômetro com relojoaria inclinada a 45°;

Maior facilidade e rapidez no corte e na religação do abastecimento de água;

Menor tempo operacional para a Prefeitura na ligação de água;

Montagem correta do hidrômetro, não permitindo a inclinação na montagem;

Menor risco de vandalismo, roubo e depreciação do hidrômetro;

Montagem no lado direito ou esquerdo;

Facilita a manutenção do ramal predial diretamente no interior da caixa.

94

Parafuso de fixação fabricado em latão.

Dimensões aproximadas: 505 x 400 x 120mm

95

Planilha de Orçamento para Substituição dos Hidrômetros e Instalação de Caixas de Proteção.

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Quant.	Unid.	Código SINAPI	Código SABESP	Preço Unitário (R\$)	BDI (%)	Valor (R\$)	Preço Total (R\$)
1	Substituição de hidrômetros no sistema de distribuição de água do município de Nantes.								
1.1	Hidrômetro TAQUIMÉTRICO Transmissão Magnética, Unijato, DN = 20mm Classe Metroológica B, QN=0,75m3/h, Qmax = 1,5m3/h, visor com leitura a 45°, e giro de 360°.	952	Unid.	12773		R\$ 90,31	12%	R\$ 10,36	R\$ 96.505,38
1.2	Lacre Anti-Fraude Polipropileno Amil DN 3/4" até 3m3/h e travamento para hidrômetro	1.904	Unid.		HM01010	R\$ 0,60	0%	-	R\$ 1.142,40
1.3	Tubete longo de liga cobre para hidrômetro (20mm) NBR 8194	1.904	Unid.		HM01442	R\$ 8,48	0%	-	R\$ 16.145,92
1.4	Porca de tubete para hidrômetro liga cobre DN 20 sextavada NBR 8194	952	Unid.		HM01410	R\$ 4,41	0%	-	R\$ 4.214,52
1.5	Caixa de proteção para hidrômetro em policarbonato com parafuso de fixação em latão (Padrão SABESP)	952	Unid.	95676		R\$ 62,33	12%	R\$ 7,48	R\$ 66.458,74
1.5	Ajuda de Montagem (considerado o serviço de troca sendo igual a 1 hora para cada hidrômetro, incluído tempo de deslocamento e comunicação com os proprietários nas residências)	1.904	hora		MO00006	R\$ 7,27	0%	-	R\$ 6.921,04
1.6	Técnico Nível Médio (considerado o serviço de troca sendo igual a 1 hora para cada hidrômetro, devido ao tempo de deslocamento e comunicação com os proprietários nas residências)	952	hora		MO00080	R\$ 21,42	0%	-	R\$ 20.391,84
<b>TOTAL:</b>									<b>R\$ 216.600,04</b>
Referências: SABESP, Janeiro 2021 e SINAPI, Abril 2021.									

96



## 8. RESUMO DOS INVESTIMENTOS

O estudo aqui realizado pela Empresa VM ENGENHARIA LTDA., demonstrou a necessidade de uma determinada sequência de implantação dos projetos, para que os resultados dos trabalhos sejam maximizados e os investimentos tenham o melhor desempenho possível, dentro do Plano Diretor de Combate às Perdas de Água.

O primeiro projeto que a Prefeitura necessita implantar é o Projeto da Setorização da rede de distribuição, que poderá ser implantado em conjunto com o Projeto do Sistema de Macromedição, uma vez que os dois venham a se completar em relação ao controle e monitoramento dos indicadores das perdas existentes.

Desta forma, a implantação da setorização terá a finalidade de controlar as pressões na rede de abastecimento, evitando pressões altas (>50mca) que proporcionam maiores índices de vazamentos não visíveis, bem como, evitar também pressões baixas (<10mca), contribuindo para que a água consiga abastecer as residências.

O projeto da macromedição terá a finalidade de monitorar os volumes e vazões de água produzidos e distribuídos para a rede de abastecimento, além de realizar o monitoramento dos níveis dos reservatórios com o auxílio da telemetria e automação, sendo possível gerenciar os indicadores de perdas com os dados enviados via remota para uma central de comando operacional, que deverá ser instalada em sala apropriada, junto ao setor de Engenharia da Prefeitura Municipal de Nantes.

Após a implantação dos Projetos de Setorização e de Macromedição, está sendo proposto a atividade de troca dos hidrômetros que já possuem mais de 5 anos de instalação, pois segundo o Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO), é recomendado que os hidrômetros sejam trocados ou aferidos a cada 5 anos de uso, pois estes tendem a perder a aferição, ou seja, começam a registrar valores inferiores aos reais. Este fato ocasiona diretamente as perdas de faturamento para a Prefeitura.

Desta forma, será possível gerenciar os índices de perdas em vários setores do município, pois será possível monitorar os volumes nos macromedidores e comparar com os volumes micromedidos (hidrômetros).

Na segunda e última fase de implantação, estão sendo propostas as ações de substituição de redes de distribuição, nos materiais de ferro fundido e cimento amianto e

97

a reforma e recuperação da impermeabilização dos diversos reservatórios de concreto apoiados e elevados, que apresentam diversos vazamentos no seu perímetro, demonstrando haver grande perda de água ao longo de suas paredes.

Diante dessa situação, foram propostas três (03) etapas de implantação com a seguinte sequência dos projetos de combate a perdas de água:

### PRIMEIRA ETAPA:

Projeto de Setorização da Rede de Distribuição;

· Projeto do Sistema de Macromedição de vazão, nível, incluso Automação e Telemetria e aferição com Pitometria;

· Elaboração dos Projetos de Outorgas dos Poços Artesianos.

### SEGUNDA ETAPA:

· Projeto da Micromedição

### TERCEIRA ETAPA:

· Substituição das redes de Ferro Fundido e cimento amianto antigas;

Reforma e recuperação da impermeabilização dos reservatórios metálicos;

Implantação da Pesquisa de Vazamentos Não Visíveis.

Na tabela colocada a seguir, são apresentados os custos necessários para a implantação das ações propostas no Plano Diretor de Combate às Perdas de Água do município de Nantes.

98

### Investimentos para redução das perdas de água no município de Nantes.

ATIVIDADE	VALOR DOS INVESTIMENTOS (R\$)
<b>PRIMEIRA ETAPA:</b>	
Projeto do Sistema de Macromedição de Vazão e Nível, incluso Automação e Telemetria e aferição com Pitometria.	325.472,00
Projeto de Setorização da Rede de Distribuição.	11.484,40
Elaboração de Projetos de Outorgas dos Poços Artesianos.	40.000,00
<b>SUB-TOTAL:</b>	<b>R\$ 376.956,40</b>
<b>SEGUNDA ETAPA:</b>	
Projeto da Micromedição (952 hidrômetros)	216.000,04
<b>SUB-TOTAL:</b>	<b>R\$ 216.000,04</b>
<b>TERCEIRA ETAPA:</b>	
Substituição das Redes de Ferro Fundido e Cimento-Amianto (4.800m-Ø60mm)	1.536.000,00
Reforma e manutenção da Impermeabilização dos reservatórios metálicos.	R\$ 229.000,00
Implantação da Pesquisa de Vazamentos	R\$ 90.915,00
<b>SUB-TOTAL</b>	<b>R\$ 1.855.915,00</b>
<b>Total dos investimentos</b>	<b>R\$ 2.448.871,44</b>

99

Com a implantação dessas três (03) fases dos projetos elaborados, o sistema de abastecimento de água de Nantes deverá obter resultados excelentes, uma vez que os Indicadores de Perdas deverão atingir os seguintes resultados:

**Após a 1ª etapa de implantação:**

**Índice de perdas = 35%**

**Após a 2ª etapa de implantação:**

**Índice de perdas = 30%**

**Após a 3ª etapa de implantação:**

**Índice de perdas = 20%**

Com esses resultados alcançados a Prefeitura poderá ter uma redução muito satisfatória nos gastos com energia elétrica e produtos químicos, além de poder disponibilizar água tratada para atender ao crescimento da demanda nos próximos anos sem necessidade de grandes obras de ampliação de captações, adutoras entre outros.

100

## 9. RESULTADOS ESPERADOS

As atividades realizadas e propostas no presente Plano Diretor do município de Nantes visam a redução das perdas e aumento da eficiência do sistema de abastecimento.

Desta forma os índices de perdas existente no município tendem a decair consideravelmente com a implantação das atividades propostas.

Assim, o retorno dos investimentos será rapidamente recuperado pela Prefeitura tendo em vista que a economia gerada no processo e distribuição de água tratada será percebida pelo departamento, isto é, um relevante parcela dos investimentos, atualmente aplicados no processo de produção, poderá ser investida em outras finalidades como, por exemplo, ampliação e melhorias do sistema atual. As ferramentas gerenciais que serão obtidas em fim de plano permitirão aos executivos do departamento administrar o sistema de abastecimento de forma cada vez mais otimizada com qualidade e segurança nas decisões estratégicas com reflexo imediato no atendimento a população e aumento da eficiência operacional.

Além do aspecto econômico financeiro que é extremamente interessante, destacam-se os efeitos positivos sobre as questões ambientais como a conservação dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema – CBH - PARANAPANEMA, e o efetivo alcance sócio econômico que tem abrangência permanente e progressiva, uma vez que estas medidas a serem implantadas serão permanentemente ajustadas buscando-se a qualidade e manutenção do estado da arte em captar, tratar, reservar e distribuir água potável para o Município de Nantes.

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA - ABES – **Controle e Redução de Perdas nos Sistemas Públicos de Abastecimento de Água - 2015**  
FUNASA – FUNDAÇÃO NACIONAL DE SANEAMENTO  
SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES DE SANEAMENTO  
PMSB – PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE NANTES  
PDMU – PLANO DIRETOR DE MACRODRENAGEM URBANA DE NANTES

## 11. DESENHOS:

Estão em anexo, 5 desenhos, a saber:

- CADASTRO DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO 01\_02 E 02\_02;
- PONTOS DE MEDIÇÃO DE VAZÃO, PRESSÃO E ESTAÇÕES REMOTAS; que faz parte do Projeto do Projeto De Sistema De Macromedição De Vazão E Sensores De Controle De Nível Com Telemetria
- SETORIZAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA 01\_02 E 02\_02, que faz parte do Projeto de Setorização.

## 12. ARQUIVO DIGITAL COM AS LIGAÇÕES, ENDEREÇOS E RESPECTIVOS HIDRÔMETROS EM CD-ROOM