

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

# PROJETO BÁSICO

Tomó XI – MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO - †\ QyU - '@

ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS DE CONCEPÇÃO E PROJETO BÁSICO DO EIXO DE INTEGRAÇÃO CURRAL VELHO - DISTRITO DE IRRIGAÇÃO JAGUARIBE APODI (DIJA), NOS MUNICÍPIOS DE MORADA NOVA E LIMOEIRO DO NORTE – CEARÁ

DEZEMBRO/2022



KL ENGENHARIA



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS**

**ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS DE CONCEPCÃO E PROJETO BÁSICO DO EIXO DE  
INTEGRAÇÃO CURRAL VELHO - DISTRITO DE IRRIGAÇÃO JAGUARIBE APODI (DIJA),  
NOS MUNICÍPIOS DE MORADA NOVA E LIMOEIRO DO NORTE – CEARA**

**PROJETO BÁSICO**

**TOMO XI – DIRETRIZES PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**

**VOLUME 1 – MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA ADUTORA**

**FORTALEZA – CE  
DEZEMBRO/2022**

## **1.APRESENTAÇÃO**



## APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta o **Tomo XI – Diretrizes para Operação e Manutenção (Volume I)**, que trata da **ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS DE CONCEPÇÃO E PROJETO BÁSICO DO EIXO DE INTEGRAÇÃO CURRAL VELHO - DISTRITO DE IRRIGAÇÃO JAGUARIBE APODI (DIJA), NOS MUNICÍPIOS DE MORADA NOVA E LIMOEIRO DO NORTE – CEARÁ**, elaborado pela **KL Engenharia** no âmbito do Contrato N° 08/SRH/CE/2012016, celebrado com a **SRH – Secretaria dos Recursos Hídrico do Ceará**. As etapas e os tomos listados abaixo seguem as especificações do termo de referência. No entanto, os **TOMOS VI e VII** não se aplicam ao referido projeto.

Os relatórios estão apresentados conforme abaixo:

### **1º Etapa: Estudo de Concepção**

Tomo I - Relatório Técnico de Estudo de Concepção;

Tomo II – Peças Gráficas.

### **2º Etapa: Estudos Básicos**

Tomo I – Serviços Topográficos e Levantamento Semi-Cadastral;

Tomo II – Investigações Geotécnicas;

### **3º Etapa: Projeto Básico**

Tomo I – Memorial Descritivo;

Tomo II – Projeto de Interferências;

Tomo III – Projeto Estrutural;

Tomo IV – Projeto Elétrico;

Tomo V – Projeto de Automação;

Tomo VI – Projeto de Instalações Prediais; (Não se aplica)

Tomo VII – Projeto das Obras de Arte Especiais; (Não se aplica)

Tomo VIII – Orçamento e Cronograma Físico-Financeiro Consolidado;

Tomo IX – Especificações Técnicas;

Tomo X – Peças Gráficas;

### ***Tomo XI – Diretrizes para Operação e Manutenção;***

#### ***Volume I***

Volume II

Tomo XII – Resumo do Projeto;

Tomo XIII – Volume de Licitação.

### **4º Etapa: Estudo de Viabilidade Financeira**

### **5º Etapa: Modelagem de Informação da Construção (BIM)**



ÍNDICE

<b>1 - APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>2 - DEFINIÇÕES.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 - DEFINIÇÕES EM GERAL.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 - DEFINIÇÕES EM OPERAÇÃO DE ADUTORAS.....</b>	<b>14</b>
<b>2.3 - DEFINIÇÕES EM MANUTENÇÃO DE ADUTORAS .....</b>	<b>17</b>
<b>2.4 - FUNÇÕES BÁSICAS DA OPERAÇÃO E DA MANUTENÇÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>3 - BASE TÉCNICA DA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1 - CONCEITO GERAL DE OPERAÇÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>3.2 - CONCEITO GERAL DE MANUTENÇÃO .....</b>	<b>31</b>
<b>3.3 - ASPECTOS GERAIS RELACIONADOS COM A OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE ADUTORAS .....</b>	<b>43</b>
<b>3.4 - CONCEITOS - LINHAS DE CONDUÇÃO E RECALQUE .....</b>	<b>54</b>
<b>3.5 - CONCEITOS – RESERVATÓRIOS (OU TANQUES DE ARMAZENAMENTO).....</b>	<b>91</b>
<b>3.6 - CONCEITOS – MACROMEDIÇÃO .....</b>	<b>99</b>
<b>3.7 - METODOLOGIA PARA O DIMENSIONAMENTO DE EQUIPES DE TRABALHO DA MANUTENÇÃO DA ADUTORAS .....</b>	<b>100</b>
<b>3.8 - EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO .....</b>	<b>108</b>
<b>3.9 - LISTA DE RECURSOS MATERIAIS .....</b>	<b>109</b>
<b>3.10 - CONCEITUAÇÃO DAS METODOLOGIAS DE MANUTENÇÃO ELETROMECÂNICA.....</b>	<b>109</b>
<b>3.11 - CONCEITUAÇÃO DAS METODOLOGIAS DE MANUTENÇÃO CIVIL.....</b>	<b>120</b>
<b>4 - ORGANIZAÇÃO .....</b>	<b>129</b>
<b>4.1 - ESTRUTURA ORGANIZACIONAL.....</b>	<b>129</b>
<b>4.2 - ÁREAS FUNCIONAIS.....</b>	<b>129</b>
<b>4.3 - PESSOAL .....</b>	<b>131</b>



<b>4.4 - ORGANIZAÇÃO FÍSICA.....</b>	<b>132</b>
<b>5 - OPERAÇÃO DE ADUTORAS - PROCEDIMENTOS.....</b>	<b>137</b>
<b>5.1 - PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES.....</b>	<b>137</b>
<b>5.2 - INDICADORES DE GESTÃO .....</b>	<b>155</b>
<b>6 - MANUTENÇÃO DE ADUTORAS - PROCEDIMENTOS.....</b>	<b>158</b>
<b>6.1 - PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES.....</b>	<b>158</b>
<b>6.2 - INDICADORES DE GESTÃO .....</b>	<b>189</b>

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 3.1 - Modelo para a Estruturação de Codificação .....	45
Quadro 3.2 - Resumo das Variáveis e Tipos de Serviço .....	47
Quadro 3.3 - Proposta de Classificação dos Tipos de Pavimento .....	48
Quadro 3.4 - Ilustração de Situações Equivocadas de Prioridade .....	49
Quadro 3.5 - Formato para o Cálculo do Tempo Padrão .....	53
Quadro 3.6 - Alternativas para Designar a Tubulação que Conduzirá a Água .....	54
Quadro 3.7 - Situações Relativas à Posição das Tubulações em Relação à Linha de Carga .....	58
Quadro 3.8 - Materiais e Tipos de Juntas das Linhas .....	78
Quadro 3.9 - Principais Dispositivos Empregados em Adutoras .....	81
Quadro 3.10 - Tipos de Proteção Externa e Interna .....	90
Quadro 3.11 - Tipos de Reservatórios em Função de Determinadas Características .....	94
Quadro 3.12 - Partes Componentes de Um Reservatório .....	95
Quadro 3.13 - Variáveis, Pontos de Medição e Frequência de Aquisição de Dados de Macromedição .....	99
Quadro 3.14 - Critérios de Conversão de Decimais a Inteiros .....	106
Quadro 3.15 - Recursos Materiais para a Operação .....	110
Quadro 3.16 - Recursos Materiais para a Manutenção .....	111
Quadro 3.17 - Tempos Importantes para a Definição do Conceito de Disponibilidade .....	114
Quadro 4.1 - Composição Básica das Equipes de Trabalho .....	134
Quadro 4.2 – Rol de Serviços Por Tipos de Equipes .....	134
Quadro 5.1 - Procedimentos Gerais Para a Operação de Adutoras .....	137
Quadro 5.3 - Variáveis de Leitura por Componente .....	154
Quadro 5.4 - Variáveis Operacionais e Respectivas Origens .....	155
Quadro 5.5 – Indicadores de gestão – Operação da Adutora .....	155
Quadro 6.2 - Variáveis de Manutenção e Origens Respectivas .....	190



## **ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 3.1 - Conceituação da Função Operação .....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 3.2 - Esquema do Funcionamento do Sistema Operacional.....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 3.3 - Fluxograma Geral do Controle Operacional .....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 3.4 - Fluxograma Simplificado do Funcionamento do Controle Operacional.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 3.5 - Fluxograma de Atividades para o Controle Operacional.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 3.6 – As Três Funções Básicas da Manutenção .....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 3.7 - As Interfaces com a Função “Métodos” .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 3.8 - O Papel da Preparação na Função “Métodos” .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 3.9 - A Função “Planejamento” .....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 3.10 - A Função “Execução” .....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 3.11 – Critério de Decisão para a Manutenção de um Equipamento .....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 3.12 - Fluxograma Básico para o Atendimento de Emergência .....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 3.13 - Ponto Ótimo de Equilíbrio entre Manutenção Corretiva e Manutenção Preventiva ...</b>	<b>39</b>
<b>Figura 3.14 - Funcionamento do Sistema de Manutenção.....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 3.15 - Fluxograma de Atividades do Sistema de Manutenção.....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 3.16 - Linha Por Gravidade - Conduto Livre .....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 3.17 - Linha Por Gravidade - Tubulação a Pressão.....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 3.18 - Linha de Recalque Simples.....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 3.19 - Linha de Recalque Dupla .....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 3.20 - Linha Mista (Recalque/Gravidade) .....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 3.21- Linhas de Controle.....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 3.22 - Adutora Totalmente Abaixo da Linha de Carga Efetiva .....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 3.23 - Parte da Adutora Entre as Linhas de Carga Efetiva e Absoluta .....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 3.24 – Parte da Adutora Entre o Plano de Carga Efeitoivo e a Linha de Carga Absoluta.....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 3.25 - O Princípio do Golpe de Ariete .....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 3.26 - O Mecanismo do Golpe de Ariete.....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 3.27 - Diagrama de Sobre Pressões e Depressões.....</b>	<b>62</b>
<b>Figura 3.28 - Diagrama de Amortecimento .....</b>	<b>62</b>
<b>Figura 3.29 - Sobre Pressão – Cálculo .....</b>	<b>63</b>



<b>Figura 3.30 - Esvaziamento Total de Tramo Único .....</b>	<b>68</b>
<b>Figura 3.31 - Esvaziamento de Tramos Duplos Homogêneos .....</b>	<b>69</b>
<b>Figura 3.32 - Esvaziamento de Tramos Duplos Heterogêneos .....</b>	<b>69</b>
<b>Figura 3.33 - Esvaziamento de Tramos Abaixo da Boca de Descarga .....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 3.34 - Descarga Por Bombeamento .....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 3.35 - Enchimento Por Tramos.....</b>	<b>74</b>
<b>Figura 3.36 - Esquema de Preenchimento de Linhas .....</b>	<b>75</b>
<b>Figura 3.37 - Comporta .....</b>	<b>82</b>
<b>Figura 3.38 - Stop-Log.....</b>	<b>82</b>
<b>Figura 3.39 - Válvulas em Linhas.....</b>	<b>83</b>
<b>Figura 3.40 - Desvios para Válvulas de Descarga.....</b>	<b>84</b>
<b>Figura 3.41 - Tanque Hidropneumático.....</b>	<b>87</b>
<b>Figura 3.42 - Chaminé de Equilíbrio .....</b>	<b>88</b>
<b>Figura 3.43 - Linha Gravitária sob Pressão Com Caixas Quebra Pressão.....</b>	<b>91</b>
<b>Figura 3.44 - Nível de um Reservatório em Relação aos Pontos de Consumo .....</b>	<b>96</b>
<b>Figura 3.45 - Reservatório de Montante - Linha de Recalque Separada da Tubulação Principal....</b>	<b>97</b>
<b>Figura 3.46 - Reservatório em Linha - Linha de Recalque Conectada à Tubulação Principal .....</b>	<b>98</b>
<b>Figura 3.47 - Linha Piezométrica na Hora de Menor e Maior Consumo .....</b>	<b>98</b>
<b>Figura 3.48 - Diagrama de Confiabilidade.....</b>	<b>114</b>
<b>Figura 3.49 - Leis Estatísticas para o Cálculo da Confiabilidade.....</b>	<b>115</b>
<b>Figura 3.50 - Sistema Informatizado de Manutenção .....</b>	<b>117</b>
<b>Figura 3.51 - Fluxograma Geral de Manutenção Eletromecânica .....</b>	<b>119</b>
<b>Figura 3.52 - Modo de Operar a Estrutura da Manutenção Civil.....</b>	<b>123</b>
<b>Figura 3.53 - Programação dos Serviços de Manutenção Civil.....</b>	<b>124</b>
<b>Figura 3.54 - Almoxarifado da Oficina de Manutenção Civil.....</b>	<b>125</b>
<b>Figura 3.55 - Execução dos Serviços de Manutenção Civil.....</b>	<b>126</b>
<b>Figura 3.56 - Controle e Avaliação da Manutenção Civil.....</b>	<b>127</b>
<b>Figura 4.1 - Organograma Modelo Base de Estrutura Organizacional .....</b>	<b>129</b>
<b>Figura 5.1 - Formulário Relatório de Verificação de Linhas - “RVL” .....</b>	<b>141</b>
<b>Figura 5.2 - Formulário Solicitação de Manutenção “SM” .....</b>	<b>145</b>

<b>Figura 5.3 - By Pass em uma Válvula Gaveta .....</b>	<b>147</b>
<b>Figura 5.4 - Formulário Para Registro de Manobras RM .....</b>	<b>151</b>
<b>Figura 6.1 - Procedimentos Básicos de Manutenção de Adutoras .....</b>	<b>158</b>
<b>Figura 6.2 - Fluxograma Geral de Programação de Serviços de Manutenção MA01.5 - FORMULÁRIO .....</b>	<b>160</b>
<b>Figura 6.3 - Formulário OS - Frente .....</b>	<b>165</b>
<b>Figura 6.4 - Formulário OS - Verso .....</b>	<b>166</b>
<b>Figura 6.5 - Formulário IT .....</b>	<b>169</b>
<b>Figura 6.6 - Fluxograma de Execução dos Serviços de Manutenção de Adutoras.....</b>	<b>171</b>
<b>Figura 6.7 - Fluxograma de Procedimentos do Almoxarifado da Área de Manutenção de Adutoras .....</b>	<b>172</b>
<b>Figura 6.8 - Exemplo de Ficha de Controle de Materiais - FCM.....</b>	<b>175</b>
<b>Figura 6.9 - Ficha de Controle de Materiais FCM .....</b>	<b>176</b>
<b>Figura 6.10 - Fluxograma de Controle e Avaliação dos Serviços de Manutenção de Adutoras....</b>	<b>178</b>
<b>Figura 6.11 - Formulário Ficha Diária de Cálculo de Indicadores FDCI.....</b>	<b>182</b>
<b>Figura 6.12 - Formulário Relatório Mensal de Indicadores RMI .....</b>	<b>183</b>
<b>Figura 6.13 - Formulário Ficha de Reposição de Material por Equipe FRME .....</b>	<b>186</b>
<b>Figura 6.14 - Formulário Relatório de Atualização de Cadastro Técnico RACT .....</b>	<b>189</b>

## **2.DEFINIÇÕES**

## **2 - DEFINIÇÕES**

### **2.1 - DEFINIÇÕES EM GERAL**

#### **2.1.1 - Adutoras principais**

São tubulações de maior diâmetro, responsáveis pelo abastecimento das adutoras secundárias, assim como de conexões de água em seus percursos. O valor do diâmetro varia conforme o sistema, não se tratando de uma regra fixa.

#### **2.1.2 - Adutoras secundárias**

De menor diâmetro, são as que durante seu trajeto abastecem às conexões de água. O valor do diâmetro varia conforme o sistema, não se tratando de uma regra fixa.

#### **2.1.3 - Cadastro de Usuários (ou Clientes)**

Elemento de controle e de informações da empresa, necessário para a comercialização e faturamento de seus serviços e sua utilização como apoio a outros Sistemas.

#### **2.1.4 - Cadastro Técnico**

Elemento de controle e de informações da empresa, necessário para localizar e identificar as partes componentes do Sistema Operacional.

#### **2.1.5 - Conexão de Água**

Conjunto formado por tubulações, acessórios e medidor, conectado à adutora distribuidora de água e situado entre esta e o ponto de entrega.

#### **2.1.6 - Juntas de Dilatação ou Expansão**

São juntas especiais que permitem montar e desmontar facilmente uma tubulação, assim como absorver os movimentos de dilatação e contração de tubulações expostas a temperaturas altas do ambiente. Em tubulações enterradas são usadas só para permitir as operações de montagem e desmontagem.

#### **2.1.7 - Rede de Adução**

É o conjunto de adutoras interligadas de um sistema. Está conformada por um conjunto de



tubulações de diâmetros variáveis e acessórios. As adutoras podem classificar-se em: adutoras principais ou secundárias.

### **2.1.8 - Sistema Operacional**

É o conjunto de atividades e recursos utilizados pela Operadora para: Administrar e gerenciar a elaboração de projetos e a execução de obras; operar e gerenciar os sistemas de produção, adução e abastecimento de água; manter e gerenciar as condições das adutoras, instalações e equipamentos em serviço; elaborar e manter atualizado o Cadastro Técnico de adutoras, instalações e equipamentos.

### **2.1.9 - Usuário (ou Cliente)**

Pessoa jurídica pessoa física que recebe água aduzida pela Gerência das Bacias Metropolitanas - GEMET.

### **2.1.10 - Válvulas aliviadoras de pressão ou válvulas antigolpe de aríete**

São dispositivos que permitem aliviar a pressão interna das tubulações quando sofram ação de golpes de aríete. São instaladas geralmente no início das linhas de recalque, nas quais as válvulas de retenção sofrem exigências maiores e poderiam não suportar os esforços resultantes da sobre elevação de pressão.

### **2.1.11 - Válvulas antecipadoras de onda**

As válvulas antecipadoras de onda são programadas para abrir tão pronto a bomba para de funcionar por qualquer motivo. Têm, portanto, a vantagem de encontrarem-se abertas quando a onda de sobrepressão chega à válvula de retenção. São válvulas tipo globo auto-operadas hidráulicamente e podem ser programadas para abrir em um tempo predeterminado.

### **2.1.12 - Válvulas controladoras de bomba**

São válvulas que permitem partidas e paradas de bombas em condições adequadas. Em geral estão fechadas quando a bomba parte, abrindo lentamente, e fecha lentamente antes da parada da bomba. Em geral são válvulas tipo globo operadas por atuador hidráulico



comandado por pilotos.

### **2.1.13 - Válvulas de gaveta**

São válvulas que permitem regular ou interquebrar o fluxo de água em condutos fechados. O dispositivo de fechamento, uma “gaveta” ou “comporta”, desliza para acima para abrir e para abaixo para fechar. São dispositivos que, embora projetados para operar na posição “totalmente aberta” ou “totalmente fechada” permitem controlar a vazão com certa facilidade quando é necessário, na posição “parcialmente fechada”, embora com pouca precisão.

### **2.1.14 - Válvulas de retenção ou válvulas “flap”**

Válvulas de retenção ou “flap” são dispositivos que permitem fluxo em só uma direção. Quando o fluxo regular para o dispositivo de fechamento começa a retroceder e a válvula fecha pela ação do mesmo fluxo reverso.

### **2.1.15 - Válvulas globo**

São válvulas que permitem regular o fluxo de água em condutos fechados. O dispositivo de fechamento é um disco que se distancia ou se aproxima do borde fixo para abrir ou fechar. São dispositivos de muito boa precisão para controlar a vazão que passa.

### **2.1.16 - Válvulas tipo borboleta**

São válvulas que permitem regular o fluxo de água em condutos fechados. O dispositivo de fechamento gira ao redor de seu eixo para abrir ou fechar. São dispositivos de muito boa precisão para controlar a vazão que passa.

### **2.1.17 - Ventosas ou válvulas de ar**

As ventosas são dispositivos colocados nos pontos altos das tubulações, permitindo a expulsão do ar durante o preenchimento da linha ou do ar que normalmente se acumula nesses pontos. Por outro lado, deixam penetrar o ar na tubulação quando esta está sendo esvaziada, evitando assim as pressões internas negativas.



## **2.2 - DEFINIÇÕES EM OPERAÇÃO DE ADUTORAS**

### **2.2.1 - Anodo**

Condutor metálico até onde se dirigem os íons negativos.

### **2.2.2 - Caixa quebra pressão**

É um dispositivo empregado para quebrar a pressão em linhas por gravidade que apresentam grande desnível.

### **2.2.3 - Cátodo**

Condutor metálico até onde se dirigem os íons positivos.

### **2.2.4 - Coeficiente “C” de Hazen-Williams**

É um coeficiente que expressa a rugosidade interna de uma tubulação; é usual utilizar o coeficiente “C” da fórmula de Hazen-Williams para estimar o “envelhecimento” da tubulação, assim como para avaliar o funcionamento da mesma, já que é função da natureza das paredes dos tubos (material e estado).

### **2.2.5 - Comportas e Stop Log**

As comportas são dispositivos de fechamento que estão constituídos essencialmente de uma placa movediça, que se desliza em ranhuras ou canaletas verticais. São instaladas principalmente em canais e nas entradas de tubulações de grande diâmetro. O stop-log é similar a uma comporta, mas seu acionamento é manual direto e em geral está conformado por peças de madeira sobrepostas.

### **2.2.6 - Compressão**

É a propriedade que têm os corpos de reduzir seu volume, sob a ação de pressões externas.

### **2.2.7 - Consumo**

Volume de água consumida em um determinado período.

### **2.2.8 - Controle Operacional**

É o conjunto de atividades e recursos utilizados pela GEMET para: assegurar pressões



adequadas e estáveis e a apropriada quantidade e qualidade de água nas conexões de água; garantir uma operação eficiente, econômica e integrada das instalações operacionais desde a fonte de fornecimento até o usuário; Administrar um sistema de Informações Operacionais incluindo aquisição, análise, intervenção e feed-back.

### **2.2.9 - Golpe de Aríete**

Se denomina golpe de aríete o choque violento que se produz sobre as paredes de um conduto sob pressão, quando o movimento do líquido é modificado bruscamente.

### **2.2.10 - Linha de Condução**

Tubulação que conduz a água por gravidade, em conduto livre ou a pressão, para as unidades do sistema de abastecimento de água.

### **2.2.11 - Linha de Recalque**

Tubulação que conduz a água bombeada até as unidades de um sistema de abastecimento de água.

### **2.2.12 - Macromedição**

Conjunto de atividades permanentes destinadas à obtenção, processamento, análise e difusão de dados operacionais de rotina, referentes a vazões, volumes, pressões e níveis, obtidos através de medidores específicos.

### **2.2.13 - Massa Especifica**

Está expressa pela massa de uma substância entre a unidade de volume desta ( $\text{g/cm}^3$ ;  $\text{kg/m}^3$ , etc.).

### **2.2.14 - Medição**

Conjunto de atividades permanentes destinadas à obtenção, processamento, análise e difusão de dados de rotina, referentes a volumes fornecidos aos usuários, obtidos através de leituras de medidores das conexões de água.

### **2.2.15 - Medidor de água**

Aparelho destinado a medir e registrar a vazão de água num determinado instante e/ou o



volume acumulado da água que passou por este.

### **2.2.16 - pH**

É uma forma de expressar a concentração do íon hidrogênio. Matematicamente se expressa empregando logaritmos:  $pH = -\log [H^+]$

### **2.2.17 - Pressão de Colapso**

Pressão limite que cada tipo de tubulação, em função de seu diâmetro, espessura e material da parede, resistem sem sofrer rupturas.

### **2.2.18 - Reservatórios ou Tanques de Armazenamento apoiado ou elevado.**

É a instalação destinada ao armazenamento de água para manter o normal abastecimento em períodos de maior consumo ou por um determinado lapso, em eventuais interrupções do sistema.

### **2.2.19 - Setor de Abastecimento**

É uma região abastecida por uma fonte perfeitamente definida através de limites naturais (rios, divisores de água, estradas, avenidas, etc.) ou limites artificiais (válvula de gaveta ou tampão no extremo da tubulação). A fonte de água que abastece um Setor de Abastecimento pode ser uma unidade de produção de água (poço, estação de tratamento, etc.), uma unidade de armazenamento (reservatório) ou uma derivação de uma adutora principal.

### **2.2.20 - Setor de Pressão**

Em uma região de topografia muito acidentada, é a compartimentação da adutora em setores com uma pressão máxima e mínima definida. A entrada de água a cada setor de pressão em geral está precedida por uma válvula redutora de pressão, uma caixa quebra pressão ou então um reservatório.

### **2.2.21 - Setorização**

É a segmentação da rede de adução em unidades menores, com o objetivo de torná-la mais flexível e operável através da implantação de setores de abastecimento.



## **2.3 - DEFINIÇÕES EM MANUTENÇÃO DE ADUTORAS**

### **2.3.1 - Administração de Materiais**

A Manutenção de Adutoras requer agilidade e flexibilidade na execução de serviços, havendo a necessidade de dispor, sob um estrito controle, de quantidade adequada de materiais de uso frequente, previamente solicitada ao almoxarifado central ou ao depósito da COGERH. As quantidades deverão ser suficientes para um período de uma semana de trabalho normal e deverão ser repostas automaticamente. A Manutenção de Adutoras deverá efetuar o controle físico dos materiais aplicados pelas equipes de campo, registrando de maneira ordenada os ingressos e saídas de materiais, de acordo com formulários emitidos pela Gerência de Suprimento e Patrimônio – GESUP, ademais de encarregar-se dos contatos correspondentes com o almoxarifado central para manter viável o fluxo normal de material ou petição de sobressalentes com caráter de urgência.

### **2.3.2 - Almoxarifado**

Unidade administrativa subordinada ao Subsistema de Fornecimento, responsável pelo abastecimento de materiais requeridos pela empresa.

### **2.3.3 - Cadastro de Serviço**

Cada serviço será considerado como um “produto”, para o qual se terá uma identificação clara, tipo de equipe de trabalho móvel mais adequada para a execução do serviço, tempo padrão, prazo para a execução, descrição da metodologia básica a ser utilizada na execução, apoio técnico, veículos, ferramentas e demais equipamentos necessários, e relação de materiais de consumo. Quando se tenha a identificação do tipo de equipe de trabalho, de imediato se estará definindo sua composição.

### **2.3.4 - Corte do Fornecimento**

Interrupção do abastecimento de uma conexão de água, mantendo a conexão, mas não o serviço.

### **2.3.5 - Demanda Reprimida de Materiais**

Quantidade de materiais necessários que não foram obtidos em tempo oportuno.



### **2.3.6 - Equipe de Trabalho Móvel**

Se entende por Equipe de Trabalho Móvel ou Oficina Móvel ao conjunto de recursos conformado por mão de obra específica, veículo adequado às condições do serviço a ser executado, ferramentas apropriadas, equipamento requerido, material de proteção coletiva e individual e rádio comunicação, de tal maneira que cada conjunto de recursos seja auto-suficiente para a execução dos serviços que lhes foram designados.

### **2.3.7 - Manutenção**

Conjunto de ações que permitam manter ou restabelecer um bem (equipamentos e instalações) a um estado específico, na medida para assegurar um serviço determinado.

### **2.3.8 - Manutenção Corretiva**

Manutenção efetuada depois da falha.

### **2.3.9 - Manutenção Corretiva de Emergência**

Manutenção que deve ser efetuada tão pronto ocorra a falha.

### **2.3.10 - Manutenção Corretiva Programável**

Manutenção corretiva onde a falha pode esperar até uma intervenção programada do equipamento.

### **2.3.11 - Manutenção Preditiva**

Manutenção preventiva de condição efetuada sem a necessidade de imobilizar o equipamento.

### **2.3.12 - Manutenção Preventiva**

Manutenção efetuada com a intenção de reduzir a probabilidade de falha de um bem ou de um serviço executado.

### **2.3.13 - Manutenção Preventiva de Condição**

Manutenção subordinada a um tipo de acontecimento predeterminado (medida, diagnóstico, etc.).



### **2.3.14 - Manutenção Preventiva Sistemática**

Manutenção efetuada segundo um esquema de programação, tendo como base o tempo ou o número de unidades em uso.

### **2.3.15 - Programação de Serviços**

É o conjunto de atividades executadas com a finalidade de dispor recursos e preparar itinerários de serviços para otimizar e controlar a execução dos mesmos, de maneira que os serviços de manutenção de caráter corretivo se executem com critérios de prioridade e economia.

### **2.3.16 - Reposição Automática da Demanda**

Abastecimento periódico de materiais em função de um consumo conhecido.

### **2.3.17 - Rol de Serviços por Tipo de Equipe de Trabalho**

Se define “Rol de Serviços por Tipo de Equipe de Trabalho” ao conjunto de serviços que serão executados por um determinado tipo de equipe, com o qual se obterá uma otimização da relação benefício/custo.

### **2.3.18 - Rota**

Itinerário dos serviços a serem executados.

### **2.3.19 - Tempo Não Produtivo**

É o tempo considerado para cobrir as perdas em carregar e descarregar os materiais e ferramentas, traslado improdutivo, falhas em quanto a veículos e equipamentos, falhas humanas, etc. É comum a utilização de porcentagens que variam de 20 a 30%. Esta porcentagem deve ser aplicada sobre os tempos padrão e de deslocamento.

### **2.3.20 - Tempo Padrão**

É o tempo médio utilizado para a execução de uma determinada tarefa em condições normais de trabalho e com bom desempenho da equipe executora. O tempo padrão se determina através do relevamento do serviço em campo, análise de métodos e conseqüentemente a determinação do tempo de execução do serviço. Para a correta



definição de cada tempo padrão se deve ter em conta o tipo de equipe e o grau real de dificuldade para a execução do serviço (tipo de pavimento e do solo, do material da adutora ou conexão, localização, profundidade, método para a execução da manutenção, etc.).

### **2.3.21 - Tempo Médio de Deslocamento**

É o tempo médio que se emprega em deslocar-se de um serviço a outro, ou de saída e regresso à sede. Para determiná-lo, deverão considerar-se os seguintes aspectos: tipo de veículo ou inexistência de veículo, concentração de serviços e características do trânsito local.

## **2.4 - FUNÇÕES BÁSICAS DA OPERAÇÃO E DA MANUTENÇÃO**

### **2.4.1 - Função Métodos**

A Função Métodos, define basicamente o que fazer ("What"), por que fazê-lo ("Why") e como fazê-lo ("How"), tendo a qualidade de observação e análise e o papel de preparação dos trabalhos.

### **2.4.2 - Função Planejamento**

A Função Planejamento define basicamente Quando Fazê-lo ("When"), Onde Fazê-lo ("Where") e Quem faz ("Who"), tendo a qualidade de comunicação e o papel de coordenação das atividades de operação e manutenção.

### **2.4.3 - Função Execução**

A Função Execução realiza as ações definidas pelas Funções Métodos e Planejamento, tendo basicamente a qualidade profissional (formação, experiência) e o papel de intervenção. Deverá estar bem estruturada de maneira a solucionar as ocorrências com recursos próprios sem necessidade de contratar os serviços de terceiros para labores básicos, uma vez que requer urgência na solução, ademais de exigir mão de obra, ferramentas e equipamentos especializados.

### **3 - BASE TÉCNICA DA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**



### **3 - BASE TÉCNICA DA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**

#### **3.1 - CONCEITO GERAL DE OPERAÇÃO**

##### **3.1.1 - Conceituação da Função Operação**

A função Operação deve ser entendida com a ação ou conjunto de ações destinadas a conseguir que um elemento mais simples do sistema cumpra a função para a qual foi constituído, de acordo às normas, especificações e procedimentos estabelecidos. Assim definida, um conjunto numeroso e complexo de atividades pode ser realizado ao mesmo tempo em distintos lugares e de forma diversa, envolvendo recursos humanos, materiais e técnicas adequadas.

Precisão e ações coordenadas são os requerimentos básicos para produzir um funcionamento harmônico e constante dos componentes do sistema no intuito de prestar à comunidade um bom serviço.

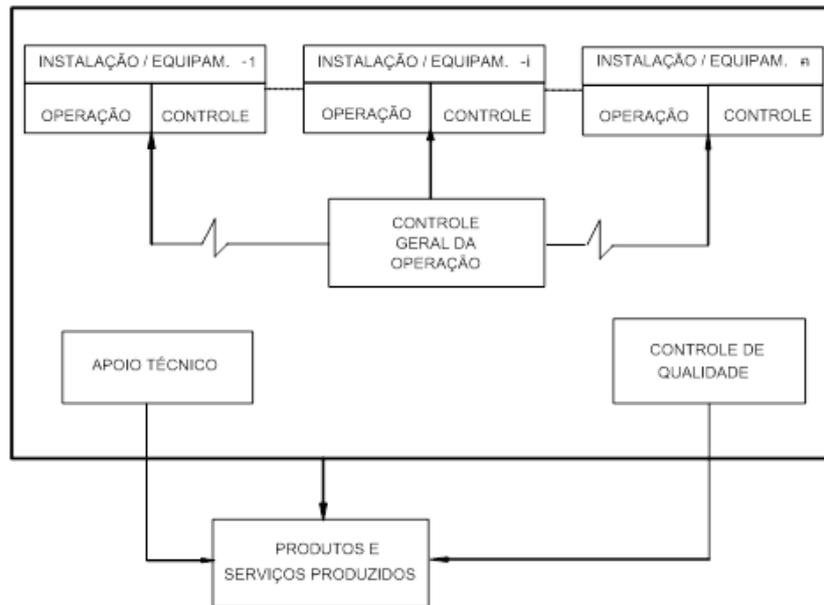
O controle se refere à verificação de que cada componente e o sistema como um todo esteja cumprindo suas funções na forma e na medida estabelecidos, e na determinação das ações corretivas correspondentes. Para isto é necessário:

- Operação efetiva e precisa das instalações e equipamentos constituintes dos sistemas físicos necessários à realização dos processos;
- Controle das operações e do funcionamento dos componentes que intervêm no processo como, por exemplo, o controle dos níveis, das pressões, das vazões, etc.;
- Controle da qualidade dos produtos oferecidos (Água de qualidade) e serviços prestados como qualidade da água armazenada e disponibilizada pelos vários meios, vazões adequadas, etc.

A função Operação realiza ações de rotina, conforme a metodologia programada, sendo complementada permanentemente por ações de controle (por instalação, por processo, geral e de qualidade), sob procedimentos específicos para a tomada de decisões e das medidas corretivas oportunas.

Estas ações não devem proceder-se isoladamente, pelo contrário, devem ser efetuadas de forma integrada, com o grau de participação necessário de todos os atores a fim de alcançar os objetivos definidos para a Operação.

Esquemáticamente se pode representar o exposto, conforme a **Figura 3.1** a seguir.



**Figura 3.1** - Conceituação da Função Operação

### 3.1.2 - Funcionamento do Sistema de Operação

A Operação, para cumprir seus objetivos, precisa executar um conjunto de atividades de caráter operacional e administrativo, atuando de acordo com normas e técnicas específicas e com um plano de ação definido.

O funcionamento da Operação exige a realização de atividades e processos muito complexos, com frequentes limitações de recursos, para a prestação de serviços de natureza fundamental por sua relação direta com a saúde pública, a segurança e o bem estar da sociedade.

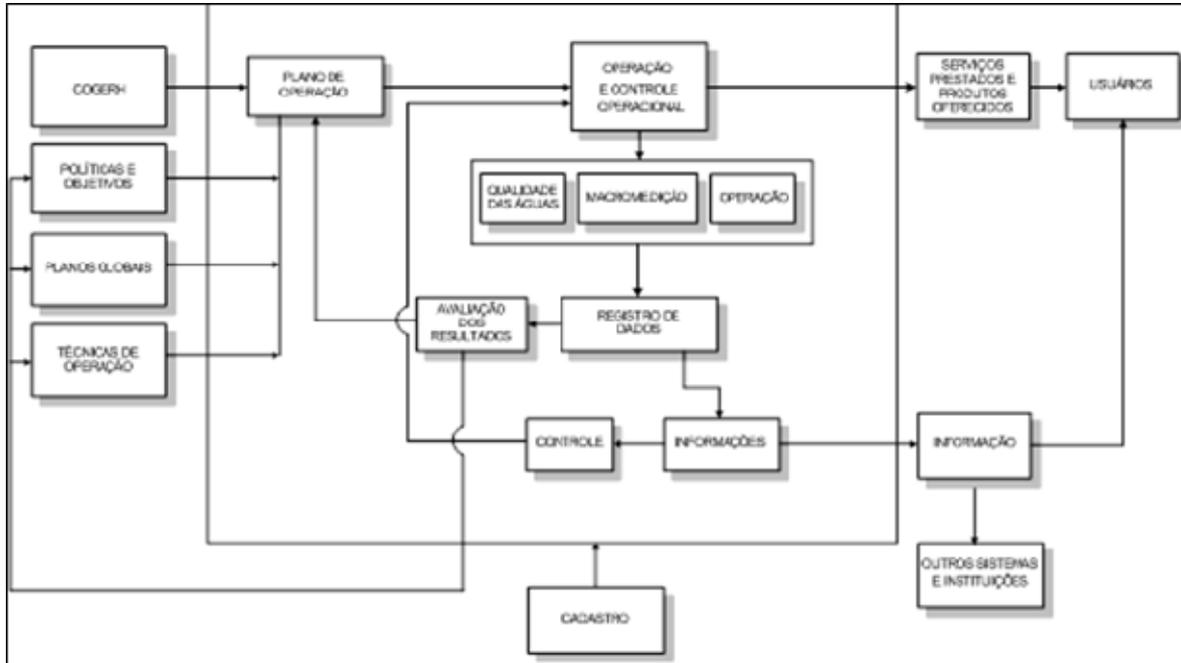
Assim, os recursos humanos envolvidos nestas atividades devem executá-las com vistas ao controle e vigilância da operação e a qualidade dos serviços prestados.

Estando em operação o conjunto de componentes, a função mais importante da administração é conseguir que os serviços sejam prestados de acordo com as políticas e normas da Operadora e do respectivo plano de operação, acompanhando permanentemente as operações e avaliando os resultados, com a finalidade de verificar a conformidade e efetuar oportunamente as correções devidas.

Para isto, se devem registrar os dados necessários para produzir informações que permitam

o gerenciamento da operação e o apoio a outros sistemas, internos e externos.

A **Figura 3.2**, mostra o funcionamento do sistema de Operação.



**Figura 3.2** - Esquema do Funcionamento do Sistema Operacional

### 3.1.3 - Controle da Qualidade da Água Bruta

#### a) Parâmetros de Controle da Qualidade da Água

Normalmente, os parâmetros de controle da qualidade da água estão classificados em quatro grupos principais:

- Parâmetros físicos e organolépticos;
- Parâmetros químicos;
- Parâmetros biológicos;
- Parâmetros radiológicos.

No primeiro grupo estão a cor, turbidez, sabor, odor e sólidos totais. O segundo grupo está constituído por parâmetros mais variados tais como: metais, compostos orgânicos suspeitos

de serem carcinogênicos ou mutagênicos, agrotóxicos, etc. No terceiro grupo estão incluídos os parâmetros bacteriológicos e hidrobiológicos e no quarto os critérios relativos a substâncias radiativas.

O parâmetro Turbidez poderia ser mais bem denominado como estético-sanitário. Quanto menor é seu valor, menor a quantidade de materiais em suspensão na água. Quanto menor é a turbidez, melhor a ação do desinfetante e com isto maior a possibilidade de eliminar as bactérias na água.

O exame bacteriológico é sem dúvida um dos mais importantes, pois indica, se bem que indiretamente, a segurança quanto à presença de bactérias patogênicas na água.

Um exame completo da água, com frequência semestral ou anual, servirá de indicação de quais parâmetros necessitarão de maior controle.

Como regra geral, os parâmetros a serem controlados são os de significado sanitário, estético e operacionais, como a seguir indicados:

- Parâmetros estéticos: cor, odor e turbidez (estético-sanitário);
- Parâmetros sanitários: nitratos, coliformes totais e fecais, oxigênio dissolvido, cloruros;
- Parâmetros operacionais: pH, demanda de cloro, ferro, manganês, alcalinidade, dureza, temperatura;
- Outros parâmetros a serem estabelecidos em função de demandas específicas.

Em geral, a frequência de amostragem considera a coleta em período de seca e em período de chuva, ou quando um evento novo o justifique.

#### b) Critérios para a Tomada de Amostras

A amostragem no lago e nos cursos d'água afluentes deve ser realizada evitando a tomada onde possa ocorrer estancamento e em locais próximos à margem interna das curvas.

Para estabelecer pontos de amostragem no rio Jaguaribe e outros rios e riachos afluentes, é fundamental que sejam consideradas as distâncias requeridas para a mistura adequada de eventuais lançamentos de contaminantes ao rio. Neste sentido, se recomenda atenção especial à mistura na direção lateral (de uma margem a outra), pois ela ocorre geralmente mais lentamente que a mistura na direção vertical (da superfície ao fundo). Qualquer dúvida quanto à



mistura completa no sentido lateral, de um determinado ponto à jusante de uma fonte contaminante, pode ser resolvida através da tomada de amostras em múltiplos pontos ao longo do eixo transversal do rio e na altura deste ponto.

A amostragem necessita ser suspensa durante e depois das chuvas que possam aumentar de forma significativa a vazão do curso d'água, a menos que se deseje dados sobre a qualidade da água durante um período de chuvas; neste caso, a amostragem deverá ter continuidade; os dados obtidos não poderão ser englobados com os demais e deverão ser tratados separadamente.

A tomada para análises microbiológicas deve ser realizada sempre antes da tomada para qualquer outro tipo de análise, a fim de evitar o risco de contaminação do local de amostragem com frascos ou recipientes não esterilizados. Em nenhuma hipótese devem ser tomadas amostras compostas para análises microbiológicas, pois não oferecem informações sobre as variações que podem ocorrer no fluxo e composição de eventuais lançamentos nos corpos d'água. Além disto, uma ou mais porções da amostra composta podem conter material tóxico ou nutritivo, acarretando resultados não representativos da qualidade de água em um momento dado.

Deve-se procurar selecionar pontos de amostragem bem representativos da amostra de água a ser examinada, evitando-se a tomada de amostra em áreas estancadas ou em locais próximos às margens. A tomada em águas superficiais pode ser feita com equipamento específico ou manualmente, seguindo as recomendações estabelecidas nas normas.

### **3.1.3 - Avaliação e Controle da Operação**

Para alcançar os objetivos do controle operacional é necessário que o sistema de seja operado continuamente, com segurança, e que cumpra os objetivos para os quais foi planejado e construído. Para isto é necessária a supervisão permanente do conjunto de instalações buscando operá-los integral, racional e eficientemente.

Em síntese, a efetiva operação de instalações e equipamentos requer:

- A execução das atividades técnicas de acordo com os manuais específicos de cada instalação e de cada equipamento;
- O fornecimento de dados e informações operacionais;



- O cálculo de indicadores de gestão;
- Ações gerenciais para melhorar permanentemente o serviço.

Em geral, sempre é necessário a existência de um organismo para coordenar a operação. Corresponde a este órgão tarefas de planejamento destas ações integrais, a coordenação operacional, a aquisição de dados dos sistemas e a supervisão das variáveis de controle.

A base do controle operacional são: o Plano de Operações e um Sistema de Informação Operacional.

O Plano de Operações se elabora a partir do conhecimento dos objetivos do conjunto de instalações do sistema. O plano deve estabelecer os regimes operacionais das instalações e dos elementos finais de controle (válvulas, comportas, dispersoras, etc.) e o rango de variação das variáveis hidráulicas monitoradas (vazões, níveis, pressões, etc.).

Quando em operação, cabe ao sistema coletar e validar os dados de operação. Cabe também registrar o regime de operação das instalações e o estado dos elementos finais do controle, os dados da qualidade da água e os dados de ocorrências significativas dentro e fora do sistema.

Continuamente cabe ao sistema de informação transmitir, processar e armazenar estes dados e divulgar a informação respectiva a todos os usuários e organizações interessadas.

O centro de controle operacional processa, armazena e divulga as informações, assim como elabora o plano de controle operacional, dando apoio e suporte à operação.

A tecnologia atual permite que a maior parte destas informações possam tratar-se “on line”, através de sistemas automatizados, transmissão de dados por telemetria e processamento de dados em computador, através de um software de supervisão e controle (SCADA).

Os dados coletados pelos elementos de medição e pelos responsáveis envolvidos são transmitidos ao Centro de Controle Operacional para seu tratamento, o qual se executará em quatro etapas: Validação, Processamento, Armazenamento e Recuperação.

Na fase de Validação, os dados recebidos são confrontados com padrões operacionais históricos para verificar sua validade. Em seguida são processados para posterior

armazenamento em um banco de dados operacionais. As informações que não requerem ser validadas só serão armazenadas.

Em função do volume de informações, pode ser necessário equipamentos e software de processamento de dados para atualizar, manter e recuperar informações do banco de dados, já que as modificações, o subsequente reordenamento e a recuperação de informações, assim como a rapidez na obtenção do que se deseja, são muito importantes para dar suporte à operação. Nisto se baseia a confiabilidade da informação.

Na fase de recuperação, as informações armazenadas são divulgadas e postas à disposição dos usuários do sistema.

As informações divulgadas são, principalmente, relatórios operacionais específicos que permitem estabelecer critérios para levar a cabo trabalhos de operação e manutenção, e que permitem dispor de elementos de juízo e de apoio na tomada de decisões por parte do Centro de Controle, para garantir a integridade operacional e a segurança do sistema.

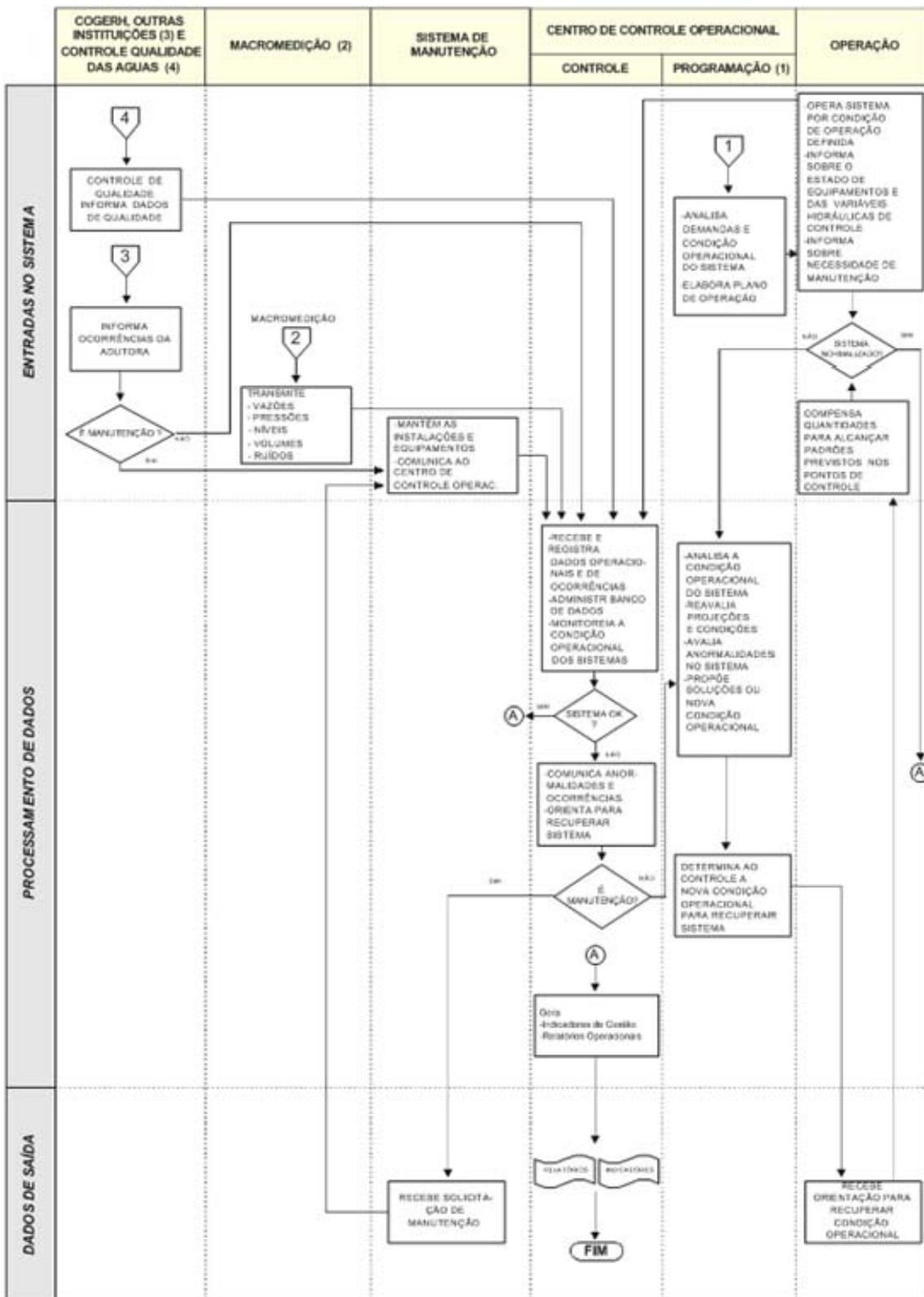
Estes devem permitir efetuar as análises dos dados disponíveis. Geralmente, consistem de registros diários das informações transmitidas, informações sobre a condição do sistema, assim como resumos dos dados coletados e gráficos de tendência.

A confiabilidade e continuidade de funcionamento das instalações e equipamentos é, obviamente, fundamental para alcançar os objetivos do Controle Operacional.

Por isto, a área de Manutenção deve estar apta para conduzir o gerenciamento dos recursos necessários e garantir o pleno funcionamento de todas as instalações e componentes do sistema.

As **Figuras 3.3, 3.4 e 3.5** mostradas a seguir esquematizam os processos de controle operacional.





**Figura 3.5 - Fluxograma de Atividades para o Controle Operacional**

### 3.2 - CONCEITO GERAL DE MANUTENÇÃO

#### 3.2.1 - Conceituação da Função Manutenção

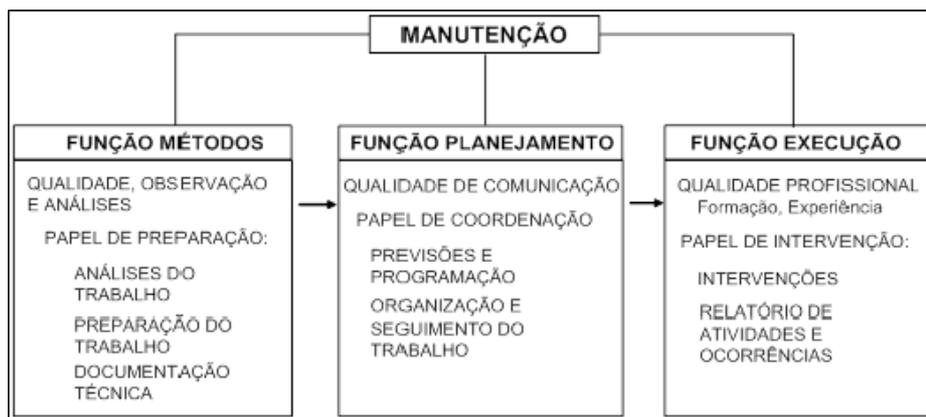
Para que a Manutenção possa alcançar seus objetivos, deve conter e fazer cumprir as três funções básicas de seu funcionamento: Métodos, Planejamento e Execução.

A Função Métodos define basicamente o que fazer ("What"), por que fazer ("Why") y como fazer ("How"), tendo a qualidade de observação e análise e o papel de preparação dos trabalhos.

A Função Planejamento define basicamente quando fazer ("When"), onde fazer ("Where") e quem o faz ("Who"), tendo a qualidade de comunicação e o papel de coordenação das atividades de manutenção.

Finalmente, a Função Execução realiza as ações definidas pelas Funções Métodos e Planejamento, tendo basicamente a qualidade profissional (formação, experiência) e o papel de intervenção.

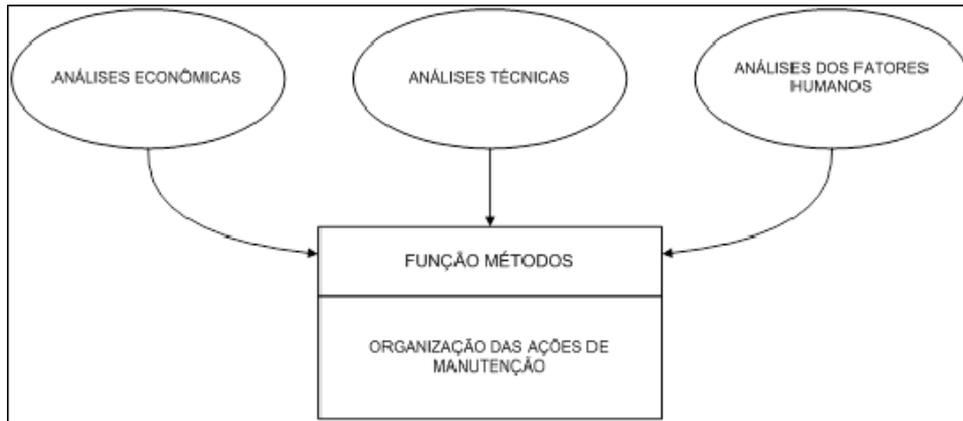
A **Figura 3.6**, a seguir, ilustra o anteriormente exposto, assim como esclarece o entrelaçamento e a cronologia destas três funções de Manutenção.



**Figura 3.6** - As Três Funções Básicas da Manutenção

A função Métodos é a responsável pela preparação dos trabalhos e como tal se caracteriza pela qualidade de observação, tendo como atribuições principais a análise do trabalho, a preparação do trabalho e a gerência técnica dos equipamentos e instalações.

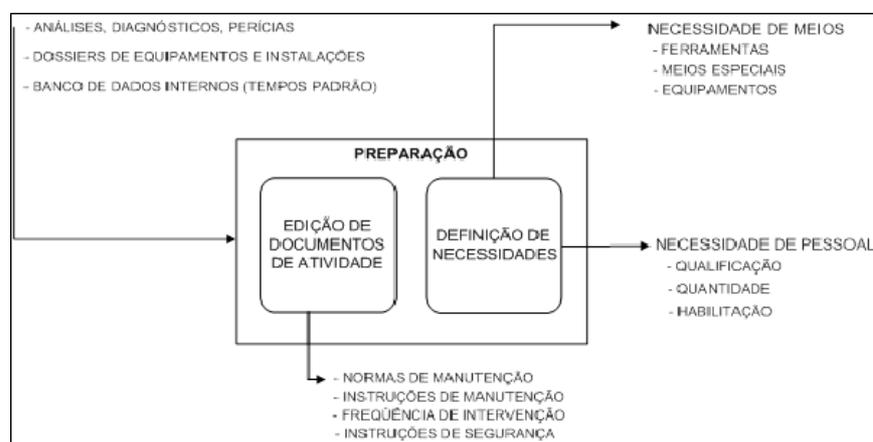
A análise do trabalho é um processo analítico desenvolvido pelo técnico em métodos, cuja atividade permite um melhoramento sistemático das condições sob as quais as ações de manutenção são executadas (ver **Figura 3.7**). Forma parte da lógica da manutenção procurar sempre a correção dos equipamentos, processos e ações de manutenção, a partir de situações existentes ou análogas.



**Figura 3.7** - As Interfaces com a Função “Métodos”

O conhecimento dos antecedentes e a avaliação da projeção futura são condições necessárias para a gerência da manutenção. Essa necessidade aparece em todas as fases, ou seja, na preparação (seleção do método de trabalho), na coordenação (planejamento das operações, distribuição equitativa do trabalho, lançamento) e na intervenção (tempos empregados anteriormente, prazos a serem respeitados).

A preparação é a função encarregada de prever, definir e realizar as condições ótimas de execução de um trabalho. Na manutenção, a função métodos apoia a intervenção como mostra a **Figura 3.8** a seguir.



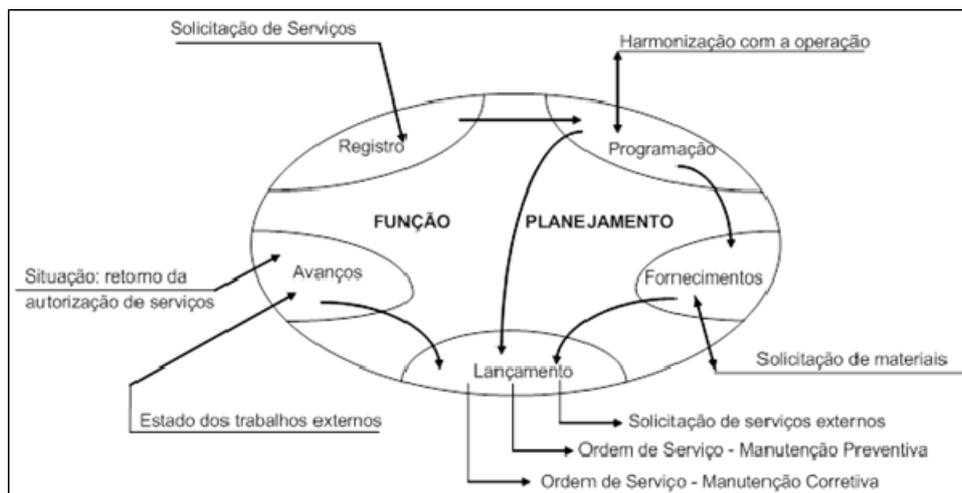
**Figura 3.8** - O Papel da Preparação na Função “Métodos”

Basicamente os objetivos da preparação do trabalho são: facilitar o trabalho dos técnicos durante a execução; reduzir os custos diretos de intervenção, diminuindo os tempos de espera (busca de ferramentas, de pessoa disponível, deslocamentos inúteis); reduzir os custos indiretos, diminuindo as durações de parada dos equipamentos; ter previsão de material que será empregado em substituições, fornecimentos, etc.

O planejamento, dentro da manutenção, exerce a missão global de coordenação das atividades, tendo como atribuições principais as previsões e programações, assim como a distribuição e o seguimento dos trabalhos, sendo a função encarregada de gerenciar os tempos de ação.

Enquanto, a função Métodos influi na duração de um trabalho, a função Planejamento planifica essa tarefa, fixando o dia e hora de início para que a função Execução o ponha em prática segundo as recomendações da função Métodos. Essa missão global de coordenação se caracteriza basicamente pela realização de algumas ações, chamadas atividades de planejamento, que são as seguintes: programação, lançamento, monitoramento e provisionamento.

São, portanto, responsabilidades do planejamento, não só a elaboração da programação das atividades de manutenção, mas também a previsão e o aprovisionamento dos recursos necessários, o controle da marcha das atividades e a avaliação dos referidos serviços através da tomada, processamento e análises dos diversos indicadores e custos de manutenção, conforme ilustra a **Figura 3.9** a seguir.



**Figura 3.9 - A Função "Planejamento"**

Enquanto a função Métodos tem por objetivo definir os componentes de uma ação de manutenção e a função Planejamento tem por objetivo reunir os meios necessários para a realização da ação no local e data determinados, a função Execução tem por objetivo utilizar os meios aplicáveis à sua disposição, conforme os procedimentos estabelecidos, no sentido de colocar o equipamento e a instalação a ser mantida em condição ótima, conforme mostra a **Figura 3.10** a seguir.



**Figura 3.10** - A Função "Execução"

O objetivo da intervenção deve ser claramente definido na fase de preparação, seja por seu conteúdo (lista de operações), seja por seu resultado (parâmetros quantificáveis).

Basicamente, a função Execução se caracteriza pela atividade de intervenção nos equipamentos e instalações e, em linhas gerais, executa as seguintes ações:

- Equipamentos fora de operação: instalação, acondicionamento, posta em operação, depuração, preservação, reforçamento operativo, retorno das condições de operação;
- Manutenção preventiva: inspeções periódicas, controle, revisão, renovação, reconstrução;
- Manutenção corretiva: testemunho, detecção, localização, diagnóstico, eliminação de defeito, troca padrão, reparação;
- Outros trabalhos de manutenção: provas, modernização, modificação.



### **3.2.2 - Manutenção Preventiva**

Entende-se por manutenção preventiva aquela efetuada com a intenção de reduzir a probabilidade de falha de um equipamento ou deterioração dos serviços prestados, estando caracterizado por intervenções previstas, preparadas e programadas, com a utilização de recursos especialmente designados para esse fim.

As vantagens da manutenção preventiva já são amplamente comprovadas, podendo-se citar, a título de exemplo, as seguintes:

- Aumento da confiabilidade e melhora na disponibilidade, reduzindo o tempo improdutivo com a conseqüente economia e diminuição dos transtornos causados aos usuários;
- Diminuição da frequência de grandes reparações;
- Menores gastos em reparações, já que se evitam falhas provenientes de problemas maiores;
- Menor estoque de peças de reposição e maior controle sobre sua existência e distribuição;
- Aumento da vida útil dos equipamentos e instalações com a conseqüente economia por substituição prematura;
- Identificação das partes do sistema com alto custo de manutenção, por causas tais como: equipamentos obsoletos ou mal dimensionados, má qualidade da operação, marcas que não apresentam rendimento satisfatório, etc.;
- Evitar problemas de má qualidade dos serviços prestados, com interrupções frequentes e inesperadas;
- Evitar desastres e calamidades por não poder operar um equipamento no momento em que mais este é necessário (por exemplo, não poder abrir uma comporta quando o nível do açude se aproxima do máximo).

A manutenção preventiva é uma ação planejada e programada envolvendo atividades e recursos de diversos tipos, que têm por finalidade conseguir que todas as instalações e equipamentos recebem o tratamento técnico e economicamente adequado, na forma e no tempo requeridos por suas características, usos e condições de funcionamento.

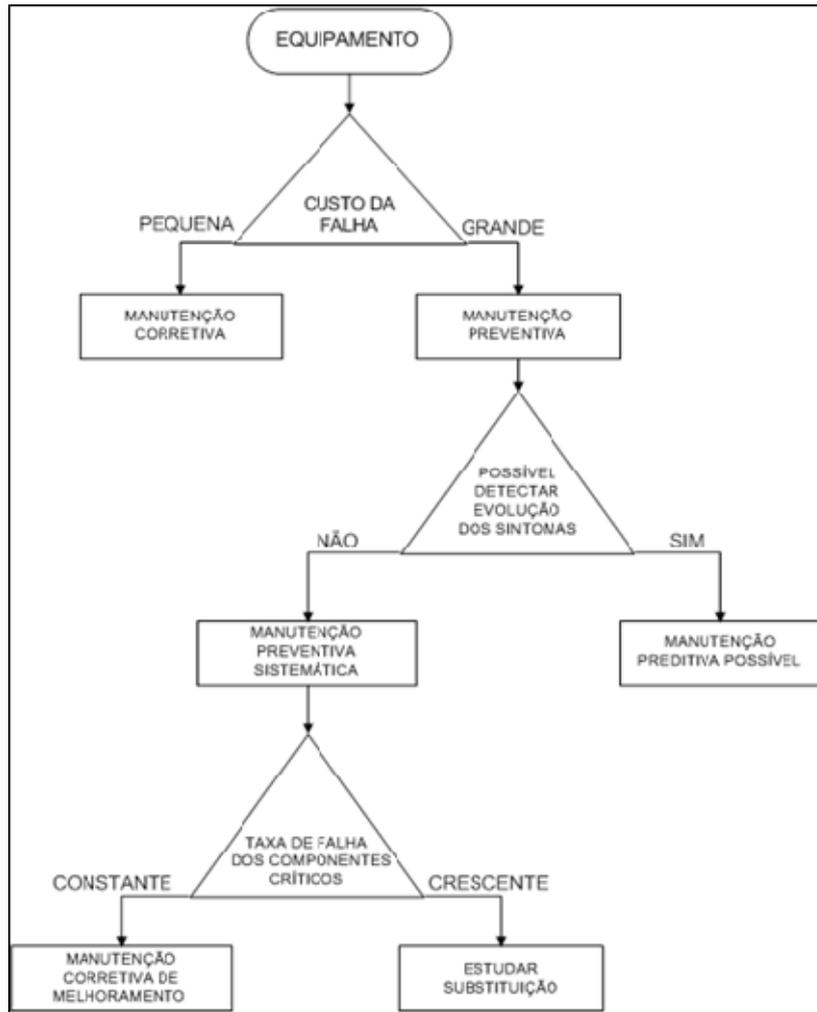
A **Figura 3.11** a seguir ilustra um critério de decisão para a manutenção de um equipamento, a título de exemplificação.

### **3.2.3 - Manutenção Corretiva (Emergência)**

Todos os sistemas sofrem os problemas comuns de danos de equipamentos, danos nas instalações, desastres naturais ou provocados, que podem ocasionar interrupções na prestação dos serviços. Em maior ou menor grau, os componentes físicos de qualquer sistema são vulneráveis não só a essas ações externas como também ao desgaste, falhas e outros problemas originados pelo uso normal ou por operação inadequada.

Além das falhas normais de operação ou falhas por operação inadequada, existem outros fatores que incidem gravemente sobre a manutenção, especialmente os casos de Emergências ou Corretivos, que é comum em qualquer sistema, devido, em geral, aos escassos recursos disponíveis e à falta de preparação para atender essas situações. Alguns desses fatores são:

- Falta de capacitação do pessoal que ocasiona erros nas reparações e contribui à operação deficiente;
- Normas ou especificações incompletas ou inexistentes para a aquisição dos equipamentos ou peças de reposição;
- Insuficiência de recursos físicos para efetuar as reparações.
- Insuficiência de recursos físicos para efetuar as reparações.



**Figura 3.11** - Critério de Decisão para a Manutenção de um Equipamento

Numa visão mais ampla, a Manutenção de Emergência necessita fazer análises e controles dos parâmetros, ocorrências e informações, especialmente nos aspectos que se referem à administração da manutenção, qualidade da manutenção, qualidade dos equipamentos e custos de manutenção.

Além destes, é indispensável contar com indicadores representativos, os quais possam ser analisados; que seu processo seja relativamente simples, e que os dados primários utilizados no cálculo sejam facilmente obtidos.

Não obstante que a manutenção seja só de reparação de falhas que ocorrem de maneira imprevista, é necessário que existam pelo menos algumas condições mínimas que garantam que as reparações e ajustes executados se façam de forma eficiente e tenham boa qualidade.

Deve-se analisar a possibilidade de estabelecer um sistema de manutenção corretiva (emergência) caracterizado por um planejamento ou previsão das ações e recursos que serão aplicados antes, durante e depois da emergência suscitada por um dano. Seria a contraposição da ação imprevista e incerta em que se encontram os responsáveis pela continuidade dos serviços frente a tal situação.

Um plano de operações de tal natureza deveria descrever a missão e os métodos de utilização de recursos para cumpri-lo, assim como definir os deveres e responsabilidades que correspondem a cada nível da operação e do comando.

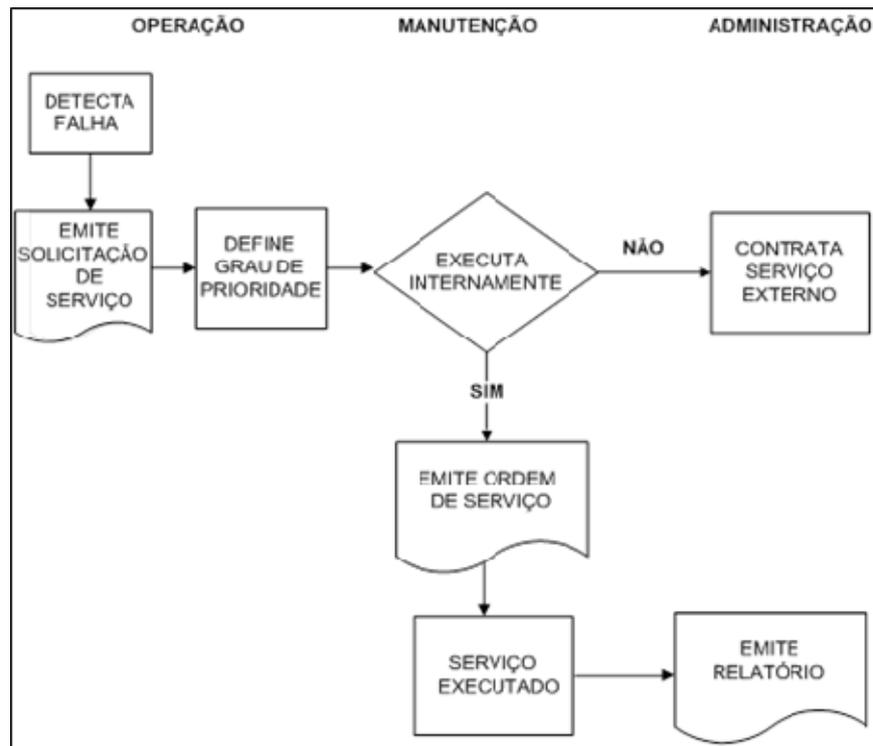
Esta consideração leva à conclusão que também a maior parte das atenções de emergência devem ser planejadas segundo uma classificação ou agrupamento de ocorrências, ainda que obviamente não se possa conhecer com antecipação o lugar e o momento preciso destas. A **Figura 3.12** a seguir mostra o fluxograma básico para o atendimento de emergência.

### 3.2.4 - Custos da Manutenção

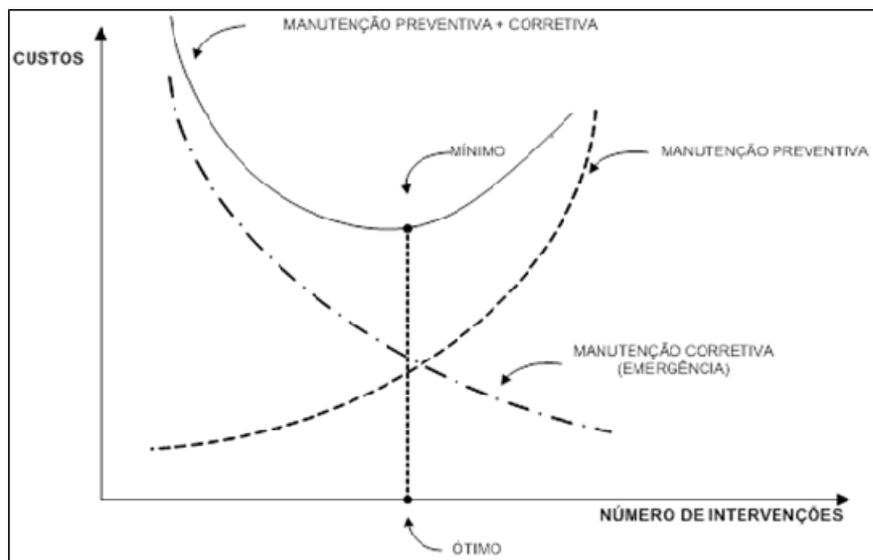
Um dos obstáculos para implantar uma adequada manutenção, especialmente a de caráter preventivo, é o temor de incorrer em custos exagerados ou desnecessários. Este obstáculo é difícil de eliminar, porque os responsáveis por um sistema raramente dispõem de dados de custos e dificilmente podem exibir um comportamento estatístico de tais custos.

Normalmente, toda falha imprevista conduz a altos custos de reparação, porque um elemento que falha afeta a outros elementos, o que poderia ser evitado com a substituição ou reparação oportuna (manutenção preventiva) antes de ocorrer a falha. Não obstante, se as intervenções preventivas são excessivas, seu custo se eleva.

A comparação deste comportamento deve ser observada na **Figura 3.13** seguinte, do qual se deduz que as porcentagens de reparações e manutenção preventiva têm um ponto ótimo de equilíbrio que, em termos de custos, corresponde ao mínimo da curva soma, para um equipamento ou grupo de equipamentos similares.



**Figura 3.12** - Fluxograma Básico para o Atendimento de Emergência



**Figura 3.13** - Ponto Ótimo de Equilíbrio entre Manutenção Corretiva e Manutenção Preventiva

Em muitas oportunidades, é mais econômico ou pelo menos mais funcional, contratar serviços externos ao invés de executá-los com pessoal, recursos ou elementos próprios da empresa já que, regularmente, esses recursos não estão dimensionados para tal efeito e se estivessem, implicariam custos elevados e tempo ocioso. De todos os modos, a decisão parece inclinar-se a uma combinação dos dois serviços (próprios e de terceiros).



### **3.2.5 - Funcionamento do Sistema de Manutenção**

Os resultados das intervenções e o estado final (depois da manutenção) das unidades mantidas, devem ter registrados seus dados pertinentes, produzindo informações com destino não só ao próprio sistema, para controle e avaliação, mas também a outras divisões orgânicas.

As informações sobre a execução da manutenção são indispensáveis ao sistema para verificar o comprimento dos programas de manutenção preventiva e a validade das ações programadas, a fim de comprovar a eficácia das ações de manutenção e, se necessário, fazer as reformulações dos programas e as correções convenientes, sejam nas frequências, nas operações ou nas normas.

Por outro lado, as informações darão lugar a modificações respectivas nos cadastros técnicos (variação das características e estado das instalações e equipamentos) e a determinação de problemas potenciais (vulnerabilidade a certas ações externas ou má qualidade estrutural das unidades ou de operação, obsolescência) e determinação do período de vida útil.

O conhecimento de todos estes elementos derivados das informações sobre a execução da manutenção permitirá a verificação da conformidade dos resultados com os objetivos e normas fixados para o sistema do qual poderá surgir a necessidade de reformulações a fim de obter o benefício máximo e o mínimo custo na realização da manutenção.

Na **Figura 3.14** e **Figura 3.15** a seguir são apresentados os esquemas de funcionamento do sistema de manutenção e o fluxograma das atividades.

### **3.2.6 - Procedimentos Gerais**

Os procedimentos do Sistema de Manutenção podem ser compartimentados em duas fases distintas: Preparações / Definições e Atividades propriamente ditas.

Na primeira fase se estabelecem os Objetivos, Políticas e se geram os Planos para o Sistema. Além disso, se definem as atividades cuja execução será de responsabilidade das equipes locais e meios próprios e as que serão contratadas com terceiros.

A segunda fase se caracteriza pela descrição dos processos desenvolvidos no interior do Sistema.

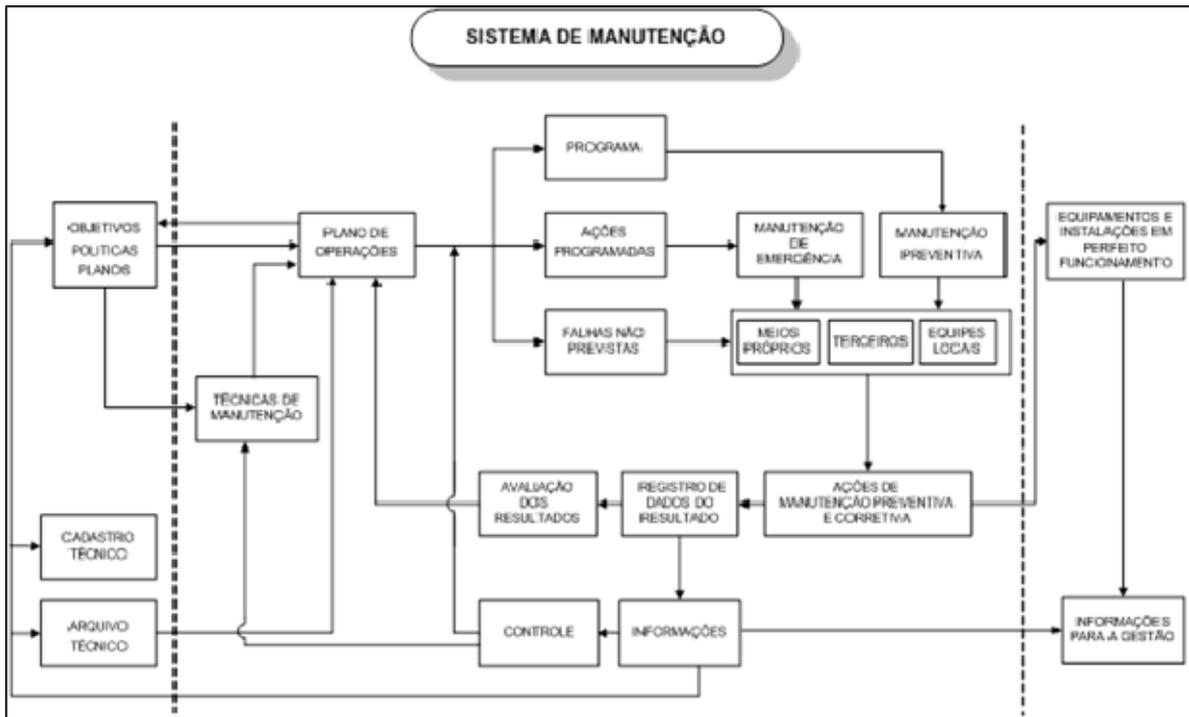


Figura 3.14 - Funcionamento do Sistema de Manutenção

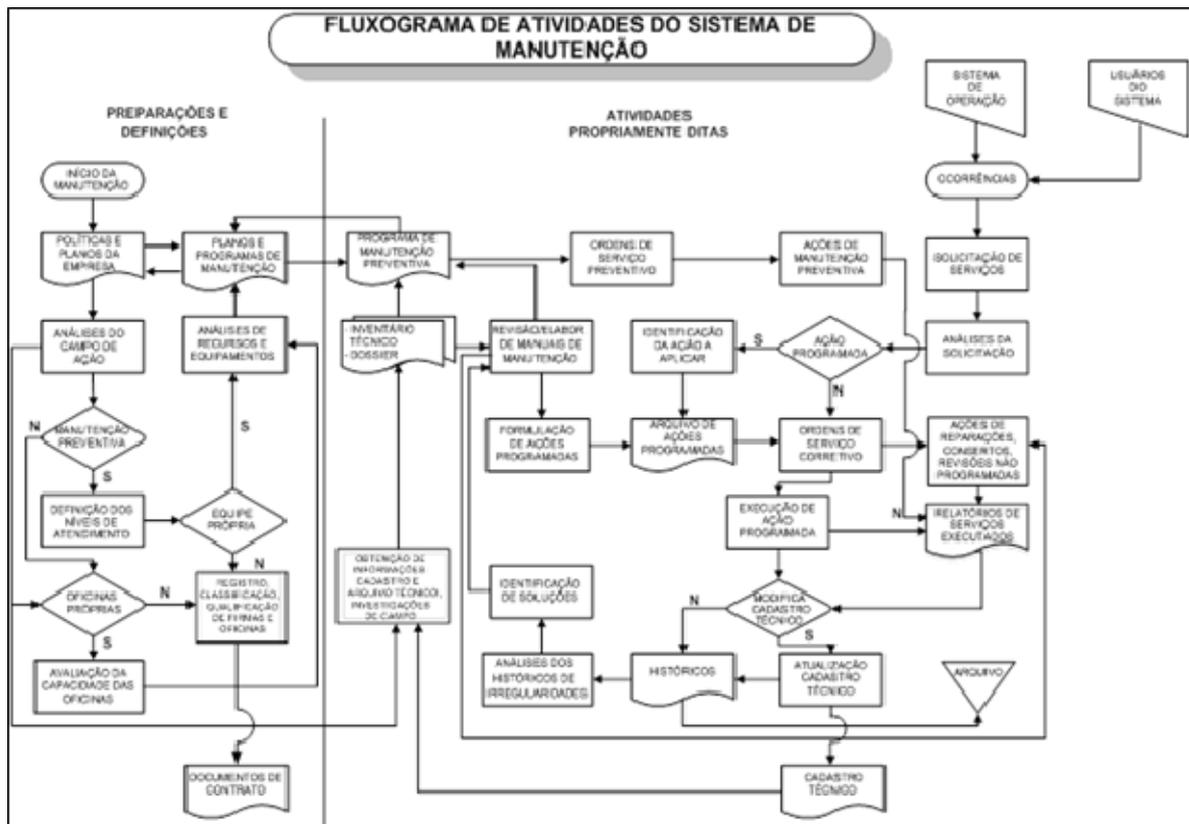


Figura 3.15 - Fluxograma de Atividades do Sistema de Manutenção

As atividades de execução de manutenção sempre são iniciadas pela abertura de uma Ordem de Serviço (O.S.). Esta pode originar-se por dois motivos: Programa de Manutenção Preventiva e Ocorrências.

A geração de uma O.S. pelo Programa de Manutenção Preventiva é automática, já que a frequência com que se executam as atividades de manutenção nos equipamentos e instalações é predeterminada.

Quanto às ocorrências, estas chegam ao Sistema de Manutenção através de uma Solicitação de Serviço, que depois de analisada dará origem a uma Ordem de Serviço.

A **Figura 3.15** representa, de forma geral, essas relações.

### 3.2.7 - Indicadores de Gestão

Através de relações matemáticas das variáveis do Sistema de Manutenção, poder-se-á determinar indicadores, que comparados com padrões previamente estabelecidos, permitirão avaliar o desenvolvimento dos serviços e a eficiência do sistema.

As variáveis necessárias para a geração dos indicadores são obtidas de formulários ou banco de dados, que em geral são obrigatórias e inerentes ao exercício da função de manutenção preventiva ou corretiva.

A seguir são apresentados alguns indicadores que podem ser gerados para a gestão do sistema:

- Manutenção preventiva de eletromecânica (%), mensal =  $\frac{\text{Número de O.S. de manutenção preventiva}}{\text{Número total de O.S.}}$ ;
- Custos da Manutenção Preventiva (%), mensal =  $\frac{\text{Custos da manutenção preventiva}}{\text{Custos totais de manutenção}}$ ;
- Custo de Manutenção Corretiva (%), mensal =  $\frac{\text{Custos da manutenção corretiva}}{\text{Custos totais de manutenção}}$ ;
- Tempo de Manutenção Preventiva (%), mensal =  $\frac{\text{Tempo empregado com O.S. de manutenção preventiva}}{\text{Tempo total empregado com O.S.}}$ ;
- Eficiência da Equipe de Manutenção (%), mensal =  $\frac{\text{Tempo de execução dos serviços}}{\text{Tempo padrão}}$ ;



- Avaliação da Programação (%), mensal = Tempo total das O.S. executadas / Tempo total das O.S. programadas;
- Eficiência da Manutenção Preventiva (%), mensal = Tempo total utilizado de manutenção preventiva / Tempo total programado;
- Atendimento de Emergência (%), mensal = Tempo total das O.S. de emergência / Tempo total das O.S.;
- Atendimento Interno de Manutenção (%), total = Custo dos serviços executados com recursos próprios / Valor dos custos totais de manutenção;
- Serviços Executados por Terceiros (%), mensal = Valor total dos serviços executados por terceiros / Custos totais de manutenção;
- Atendimentos de Emergência e Reparações (%), mensal = Custos de emergências / Custos totais de manutenção.

### **3.3 - ASPECTOS GERAIS RELACIONADOS COM A OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE ADUTORAS**

#### **3.3.1 - Objetivos da Manutenção**

- Manter as adutoras operando adequadamente, aumentando os tempos de serviço prestado.
- Lograr que as ações de manutenção sejam racionalizadas e executadas com maior eficiência, segurança e economia.
- Conhecer o desempenho dos equipamentos em quanto a seu funcionamento e demanda de manutenção, a fim de avaliar sua qualidade e resultados de sua utilização.
- Prolongar, de forma econômica, o tempo de vida útil das adutoras.
- Aumentar a confiabilidade das adutoras.
- Conhecer as características técnicas das adutoras e estender este conhecimento técnico dentro da COGERH.
- Conhecer o desenvolvimento e melhorar o manter o domínio tecnológico da manutenção.
- Controlar e aperfeiçoar a qualidade dos serviços e o desempenho da manutenção.



### **3.3.2 - Políticas da Manutenção**

- Garantir a atenção dos serviços que presta a COGERH com a qualidade e oportunidade requeridas.
- Buscar o desenvolvimento conjunto com empresas externas como forma de alcançar seus objetivos.
- Buscar o desenvolvimento de relações harmoniosas com seus funcionários através de condições adequadas de trabalho, valorização, motivação e desenvolvimento profissional.
- Desenvolver com os sindicatos relações de respeito mútuo e busca de ações convergentes.
- Influenciar sistematicamente na formulação de políticas gerais da COGERH nos assuntos relacionados com manutenção.
- Desenvolver relações de ordem técnica com os fornecedores de materiais e equipamentos operacionais como forma de garantir o aperfeiçoamento técnico da manutenção.
- Adotar a Qualidade como princípio, buscando sempre a melhor relação custo/benefício nos serviços que presta e na tecnologia empregada.
- Desenvolver sempre suas atividades, sobretudo quando atuam nas vias públicas, com vistas a melhorar e fortalecer a imagem da empresa.

### **3.3.3 - Tipos de Intervenção**

Geralmente, em qualquer empresa prestadora de serviços relacionados com água, observa-se que a maior quantidade de intervenções em adutoras ocorrem durante a manutenção corretiva, independentemente do nível tecnológico em que se encontre a empresa.

Como exemplos de manutenção preventiva podem citar-se os serviços de substituição de tubulações que apresentam uma grande incidência de fugas, de substituição de válvulas e acessórios ou de seus componentes.

Em uma etapa inicial de implantação do modelo ora proposto dever-se-á considerar somente os serviços de manutenção corretiva para o dimensionamento dos recursos.

A partir da tomada sistemática de dados confiáveis, será possível a elaboração de vários



planos de manutenção preventiva, em cuja execução poder-se-ia considerar a contratação dos serviços de terceiros, por ser de natureza transitória.

### **3.3.4 - Codificação dos Serviços**

Buscando facilitar, uniformizar e estandardizar a comunicação interna da empresa, assim como preparar dados para o Sistema de Informações, se propõe a utilização de uma estrutura de codificação de serviços.

Como proposta inicial, se apresenta no **Quadro 3.1** a continuação um modelo para a estruturação de codificação, cuja adequação deverá efetuar a própria COGERH.

Nesta codificação se utilizam quatro dígitos, quantidade considerada suficiente para agrupar serviços, com sua respectiva identificação e execução, assim como as possíveis dificuldades ou motivos da não execução do serviço.

#### **a) 1º DÍGITO**

O 1º dígito se utilizará para agrupar os serviços em módulos de atividades que apresentem características comuns, como segue:

**QUADRO 3.1 - MODELO PARA A ESTRUTURAÇÃO DE CODIFICAÇÃO**

<b>1º DÍGITO</b>	<b>NATUREZA</b>
1	Execução de serviços de manutenção de tubulação
2	Execução de serviços de manutenção de válvulas e acessórios
3	Execução de serviços complementares
4	Execução de reposição / instalação de válvulas e acessórios
5	Execução de pequenas ampliações de adutoras (eventual)
6	Execução de serviços de manutenção do Cadastro Técnico
7	Motivos de não execução dos serviços

#### **b) 2º e 3º DÍGITOS**

Estes 2 dígitos se utilizarão para definir as características do serviço solicitado, executado, ou causas pela não execução, detalhando a natureza do serviço, tipo de material empregado ou existente, profundidade, extensão e área da vala, etc.

Estes dígitos, pelo grande número de alternativas, deverão ser detalhados pela própria COGERH ou pela Consultora durante uma eventual fase de implantação dos procedimentos, se houver.



Na continuação se apresenta no **Quadro 3.2** o resumo das variáveis e tipos de serviços, agrupados por instalação e natureza. A futura utilização destas informações permitirá que a COGERH gere seu próprio universo de serviços de manutenção de adutoras e códigos de serviços respectivos.

c) 4° DIGITO

O 4° dígito proposto será utilizado para identificar, quando requerido, o tipo de pavimento onde está situado o serviço.

É obvio que nem todos os serviços a serem executados necessitarão desta informação (Exemplo: troca de equipamentos e acessórios em caixas ou em tubulações aéreas, manutenção de cercas, etc.). Igualmente um serviço de reparação de fugas de água numa via pavimentada com concreto, exigirá a utilização prévia da equipe de ruptura de concreto e demandará mais tempo do normal para a execução do serviço.

Na continuação se apresenta no **Quadro 3.3** uma proposta de classificação dos tipos de pavimento:

**QUADRO 3.2 - RESUMO DAS VARIÁVEIS E TIPOS DE SERVIÇO**

NATUREZA	INSTALAÇÃO	VARIÁVEIS
ÁGUA	ADUTORAS	Materiais: Aço, ferro fundido, cimento amianto, concreto, PVC, PRFV, outros Diâmetros Tempo de atenção Serviços: Substituição total da tubulação Substituição parcial da tubulação Reparação com emprego de união Reparação com emprego de junta especial Reparação em junta elástica Reparação em junta soldada Pintura de tubulação de aço Instalação /substituição/remoção de válvulas, ventosas e acessórios Manutenção de válvulas, ventosas e acessórios Outros
	DISPOSITIVOS ESPECIAIS	Diâmetro / Capacidade Tempo de atenção Serviços: Instalação Substituição Calibração Outros
	RESERVATÓRIOS	Tipo: Enterrado, apoiado, elevado Materiais: Concreto armado, chapa de aço, PRFV, outros Tempo de atenção Serviços: Substituição de válvulas e dispositivos Manutenção de válvulas e dispositivos Instalação de válvulas e dispositivos Calibração de instrumentos Outros
COMPLEMENTAR	--	Materiais Dimensões Volumes Tempo de atenção Serviços: Pintura de obras civis Reparos em obras civis Rompimento de pavimento Reposição de pavimento Execução / Reparação de caixas e poços de inspeção Remoção de entulho e escombros Outros

**QUADRO 3.3 - PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE PAVIMENTO**

4º DIGITO	TIPO DE PAVIMENTO
1	Informação não necessária
2	Informação necessária, porém não disponível
3	Asfalto
4	Concreto
5	Paralelepípedo
6	Pedra tosca
7	Terra

### 3.3.5 - Prioridades de Execução

A ordem de prioridade nos serviços de manutenção de adutoras deverá ser administrada pela COGERH, de acordo com a disponibilidade de recursos e condições particulares de cada base local.

Os principais aspectos que deverão ser observados para a determinação da ordem de prioridade são os seguintes:

- Risco de vida
- Segurança da saúde pública
- Segurança patrimonial
- Extensão da interrupção na prestação dos serviços
- Alternativas operacionais para contornar ou diminuir o problema
- Possibilidade de ampliação do problema
- Análise da relação custo / benefício
- Oportunidade na execução
- Imagem institucional da COGERH.

A título de ilustração de situações que em um primeiro momento possam dar a idéia equivocada do estabelecimento da prioridade na execução de serviços, apresenta-se o **Quadro 3.4** a seguir:

QUADRO 3.4 - ILUSTRAÇÃO DE SITUAÇÕES EQUIVOCADAS DE PRIORIDADE

SITUAÇÃO	ACONTECIMENTO	PRIORIDADE
I	Fuga de grande intensidade no centro de uma praça.	1
II	Fuga de pequena intensidade numa rua de terra.	2

**Comentários:**

a) Na Situação I não existe risco de vida nem de patrimônio, apesar de existir uma grande perda de água.

Na execução deste serviço se detectou, por exemplo, que havia apenas uma válvula com pequeno vazamento num trecho de pressão muito alta.

b) Na Situação II a fuga de pequena intensidade está localizada numa rua estreita, sem pavimento, com solo de baixa capacidade de suporte, com muitas casas em situação precária ao redor.

Na execução do serviço verificou-se que existia um vazamento numa junta de tubulação de ferro fundido de diâmetro 300 mm.

**Conclusão:**

Como se pode apreciar na Situação I, existe uma fuga de grandes proporções, porém é na Situação II que os riscos de vida e de patrimônio são mais visíveis, devendo-se, por isto, alterar a ordem de prioridade estabelecida.

Resumindo, a Programação dos Serviços deve estar atenta e preparada para aplicar uma adequada priorização na execução dos serviços.

**3.3.6 - Etapas da Execução da Manutenção****3.3.6.1 - Atenção às Rotas**

Ao iniciar diariamente a jornada de trabalho, as equipes móveis receberão uma

programação de serviços contendo as rotas e ordens de serviço.

Deverá respeitar-se a sequência de trabalho, tendo em conta que durante sua elaboração foram considerados aspectos que tal vez não sejam do conhecimento da equipe móvel.

Outro aspecto importante a ser observado para a devida atenção à rota preestabelecida é que existirá um parâmetro de avaliação para o controle da “Eficiência de Rota”.

#### *3.3.6.2 - Comunicação*

Todos os equipamentos móveis devem contar com um equipamento de rádio, para permitir o seguimento do início e término do serviço; esta comunicação se fará diretamente ao Programador, quem estará informado das ocorrências imprevistas e avanços na execução dos serviços diários.

O uso diário do equipamento de rádio permitirá que o Programador transmita as mensagens de solicitação de alguma execução de emergência.

#### *3.3.6.3 - Rompimento de Pavimento*

Existem duas formas para executar a rompimento do pavimento: manual e mecanizado.

A forma mecanizada é necessária só em casos de asfalto e concreto, sempre que a COGERH disponha dos equipamentos necessários, porque o trabalho manual exigirá um maior esforço físico no ser humano, demandando maior tempo na execução do serviço.

É importante que se conheça previamente o tipo de pavimento do local do serviço, para que em caso de asfalto ou concreto se programe os serviços de rompimento. Dependendo do caso, se considerará um tempo adicional para a execução desses serviços.

Finalizando o serviço, deverá identificar-se ou confirmar-se o tipo de pavimento do local, como referência para atualização do cadastro, assim como para considerações de padrões de tempo na execução desses serviços e seus indicadores.

#### *3.3.6.4 - Escavação de Valas*

A escavação de valas para a manutenção de adutoras poderá ser também manual ou mecanizada.

Ainda que o volume de terra possa não ser muito grande, se a COGERH dispor de

retroescavadeira, deve-se executar escavação mecanizada sempre que a vala seja profunda ou quando o solo apresente características que o justifiquem, de modo a minimizar ou evitar riscos aos trabalhadores.

As dimensões da vala deverão ser adequadas para que se trabalhe com segurança, utilizando-se corretamente as ferramentas e permita aplicar os materiais de acordo às especificações técnicas de obras e recomendações dos fabricantes.

O Cadastro Técnico deverá ser consultado para identificar previamente a profundidade da adutora e eventuais interferências, principalmente no caso de uma escavação por processo mecânico.

O material escavado deverá ser colocado distante do local do serviço, de forma que haja segurança na vala e não incomode a execução do mesmo. Solos de má qualidade devem ser separados para não serem utilizados nos reaterros.

#### *3.3.6.5 - Escoramento de Valas*

Escoramento é uma técnica utilizada na escavação de valas, sempre que o solo seja suscetível de desmoronamento, para proteger aos trabalhadores e tubulações.

Para selecionar o tipo de escoramento a ser executado, se deve tomar em conta os seguintes parâmetros: tipo de solo, profundidade e largura da vala, tempo que a mesma permanecerá aberta, condições dos bordos laterais, infiltração de água de chuva, etc.

#### *3.3.6.6 - Drenagem de Valas*

Em drenagem de valas que apresentam grande afluxo de água, deverá usar-se uma bomba a diesel ou gasolina, não sendo recomendável a utilização de bomba elétrica.

Quando o afluxo for pequeno, se poderá usar um balde de 20 litros.

#### *3.3.6.7 - Reaterro de Valas*

Este trabalho deverá iniciar-se logo de haver concluído a reparação, verificando antes que não existe nenhuma fuga.

Em caso que o material da escavação não sirva para a execução do reaterro, se deverá utilizar material adequado proveniente de áreas de empréstimo.



O reaterro deverá ser realizado com material selecionado, compactado em camadas por processo manual o mecânico.

Depois da execução do reaterro, todo o material excedente proveniente da escavação deverá ser retirado do local onde se executou o trabalho.

#### *3.3.6.8 - Cuidado e Limpeza de Ferramentas*

Cada equipamento móvel contará com ferramentas para seu uso, ficando o encarregado responsável do cuidado e limpeza das mesmas.

#### *3.3.6.9 - Segurança no Trabalho*

Um acidente de trabalho, ademais de causar problemas à integridade física do ser humano, prejudica no meio que o rodeia, e por esta razão deve existir uma atenção e cuidado permanentes por parte do corpo diretivo, gerencial e funcional da COGERH.

Os acidentes podem ser causados por duas situações de ações distintas, no entanto, ambas são muito frequentes nas atividades que compreendem a manutenção de Aduoras: ato inseguro e condição insegura.

##### a) Ato Inseguro

É toda ação praticada pelo homem com possível risco a sua integridade física, a de seus companheiros de trabalho, ou a da comunidade. Em Manutenção de Aduoras, esses atos podem dar-se, entre outros, por má sinalização, mau uso dos equipamentos de proteção individual ou coletiva, incorreta utilização de ferramentas e equipamentos, existência de jogos no trabalho, carga e transporte de pesos, improvisação na execução dos serviços.

##### b) Condição Insegura

É a existência de falhas de segurança de ou para um local de trabalho. Neste caso estão incluídas, por exemplo, a existência de materiais nos bordes da vala, falta de escoramento, pregos e ferramentas espalhadas pelo piso, amontoamento sem critério de materiais, etc.

### **3.3.7 - Determinação do Tempo Padrão**

Uma vez identificados os tipos de serviços com suas respectivas codificações e possíveis variáveis, as equipes executoras e as etapas envolvidas no processo, é possível determinar

o tempo padrão para cada serviço.

A continuação, se apresenta como proposta de organização e standardização para a obtenção de cada tempo padrão, o seguinte **Quadro 3.5**.

**QUADRO 3.5 - FORMATO PARA O CÁLCULO DO TEMPO PADRÃO**

DESCRIÇÃO DO SERVIÇO		CÓDIGO SERVIÇO:	
		ATUALIZAÇÃO:	EQUIPE:
ITEM	OPERAÇÕES BASICAS	MÉTODO	
		Manual (Min)	Mecânico (Min)
1.	Sinalização		
2.	Rompimento de Pavimento		
2.1	Asfalto		
2.2	Concreto		
2.3	Outros		
3.	Escavação		
4.	Escoramento		
5.	Drenagem		
6.	Execução do Serviço		
7.	Reaterro de Vala		
8.	Remoção de Entulho e Escombros		
9.	Remoção de Sinalização		
10.	Outros tempos utilizados no processo (%)		
TOTAL			
	VARIÁVEIS CONSIDERADAS		
	<input type="text"/>	MATERIAL	<input type="text"/> PROFUNDIDADE
	<input type="text"/>	DIAMETRO	<input type="text"/> EQUIPAMENTOS ESPECIAIS
	<input type="text"/>	COMPRIMENTO	

### 3.4 - CONCEITOS - LINHAS DE CONDUÇÃO E RECALQUE

#### 3.4.1 - Definição das Linhas

Na continuação se apresenta no **Quadro 3.6** o demonstrativo das diversas alternativas existentes para designar a tubulação que conduzirá a água entre as unidades de um sistema de abastecimento.

**QUADRO 3.6 - ALTERNATIVAS PARA DESIGNAR A TUBULAÇÃO QUE CONDUZIRÁ A ÁGUA**

LINHAS		SUCÇÃO	RECALQ UE
Gravidade	Conduto livre ( <b>Figura 3.16</b> )	Sim	Não
	Tubulação a pressão ( <b>Figura 3.17</b> )	Sim	Não
Recalque	Recalque ( <b>Figuras 3.18 e 3.19</b> )	Não	Sim
Misto	Trecho recalque	Não	Sim
	Trecho gravitário ( <b>Figura 3.20</b> )	Sim	Não

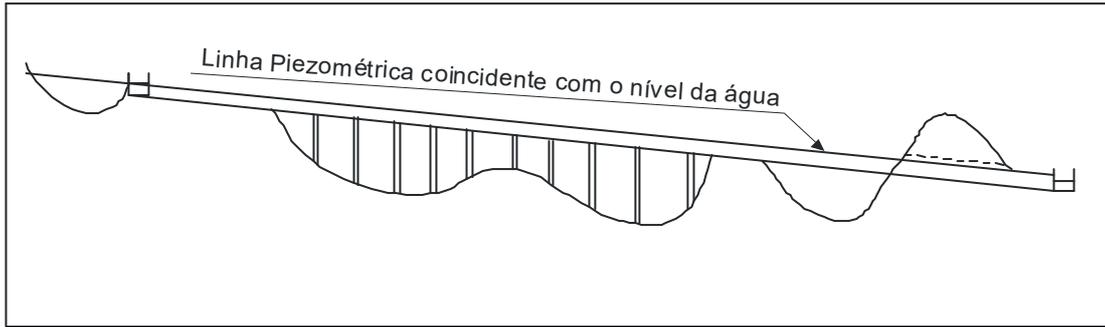
Os condutos livres apresentam em qualquer ponto da superfície livre uma pressão igual à atmosférica e estão compreendidos como tais: canaletas, aquedutos livres, galerias, canais, etc.

Se considera tubulação a pressão ao conduto no qual a água flui por gravidade sob pressão diferente à atmosférica, funcionando permanentemente cheio e sempre fechado.

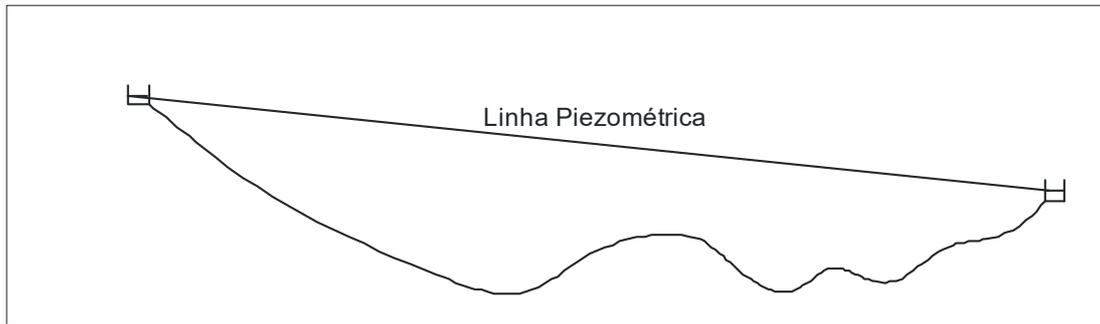
As linhas de recalque trabalham como a tubulação a pressão, sob efeito de energia transferida.

A tubulação a pressão e as linhas de recalque incluem: condutos sob pressão, tubulações de baixa pressão, tubulações de descarga, tubulações de sucção, sifões verdadeiros, sifões invertidos, etc.

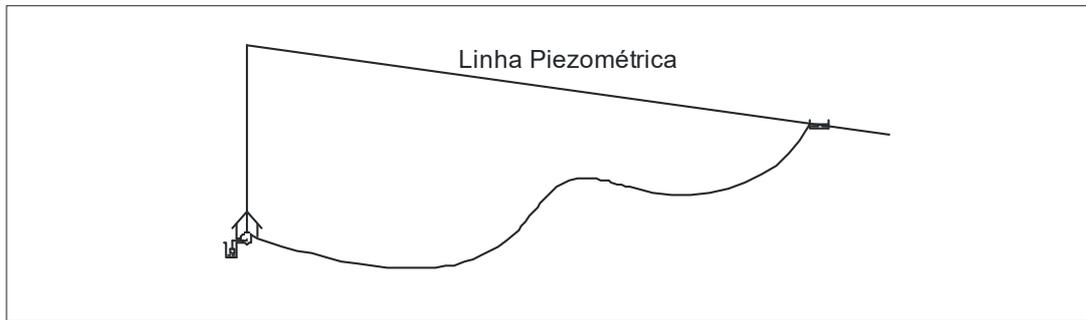
A linha mista é uma combinação de algumas alternativas possíveis de linhas por gravidade e recalque.



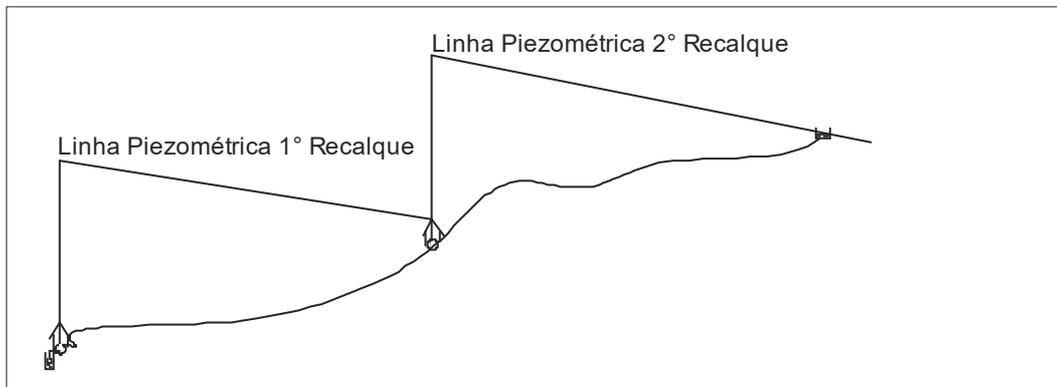
**Figura 3.16** - Linha Por Gravidade - Conduto Livre



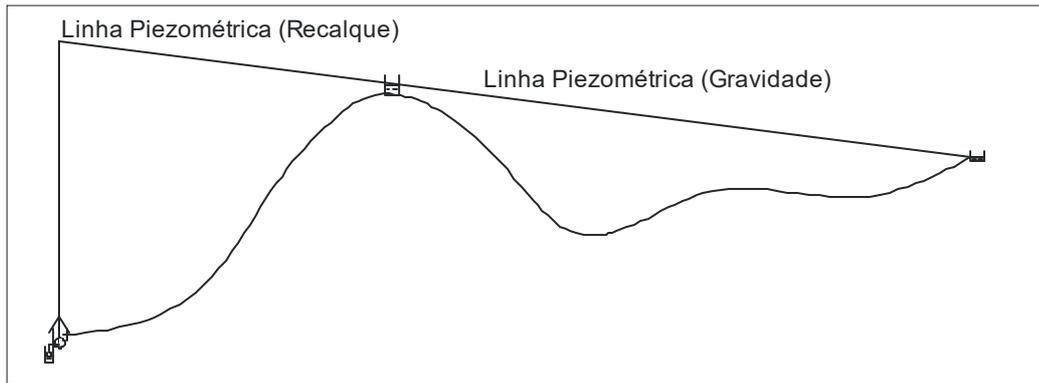
**Figura 3.17** - Linha Por Gravidade - Tubulação a Pressão



**Figura 3.18** - Linha de Recalque Simples



**Figura 3.19** - Linha de Recalque Dupla



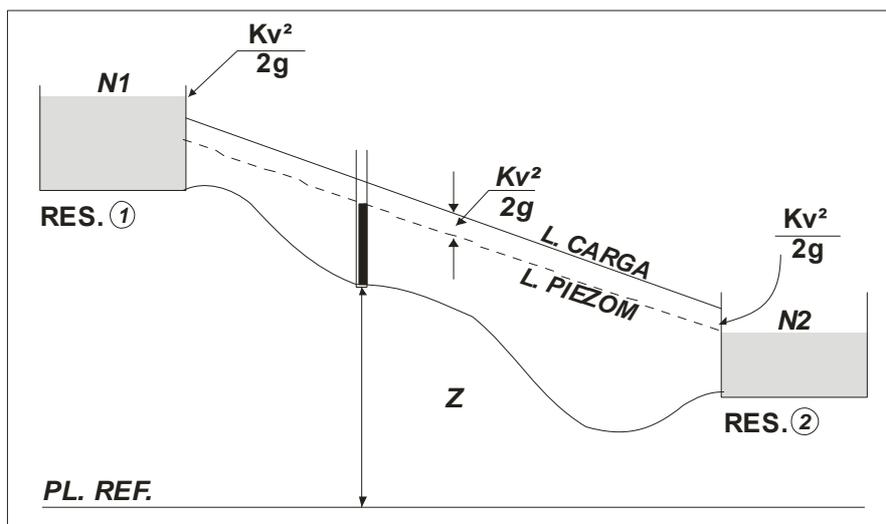
**Figura 3.20** - Linha Mista (Recalque/Gravidade)

### 3.4.2 - Conceitos – Linhas de Cargas

#### 3.4.2.1 - Linha de Carga e Linha Piezométrica

A linha de carga referente a uma tubulação é o lugar geométrico dos pontos representativos de três cargas: de velocidade, de pressão e de posição. A linha piezométrica corresponde às alturas que o líquido alcançaria em piezômetros instalados ao longo da mesma: é a linha de pressões. As duas linhas estão separadas do valor correspondente ao termo  $V^2 / 2g$ , isto é, energia cinética ou carga de velocidade.

Se o diâmetro do tubo for constante, a velocidade do líquido será constante e as duas linhas serão paralelas (**Figura 3.21**).



**Figura 3.21** - Linhas de Controle

O nível  $N_1$  corresponde à energia total disponível no primeiro reservatório (em relação ao plano de referência adotado). O nível  $N_2$  corresponde à carga total no segundo reservatório.

Na saída de  $R_1$  há uma perda de carga: entrada na tubulação ( $0,5 V^2 / 2g$ ); na entrada de  $R_2$  há uma segunda perda local ( $1,0 V^2 / 2g$ ). Entre esses dois pontos existe a perda de carga por fricção, ao longo da tubulação, representada pela inclinação das linhas.

#### 3.4.2.2 - Posição das Linhas em Relação à Linha de Carga

No caso geral de fluxo de água em tubulações, podem ser considerados dois planos de carga: o absoluto, no qual se considera a pressão atmosférica e o efetivo, referente ao nível do lugar. Em correspondência, são consideradas a linha de carga absoluta e a linha de carga efetiva (esta última confundida com a linha piezométrica pela razão já exposta).

A linha de carga efetiva pode em geral ser confundida com a linha piezométrica pela seguinte razão: Na prática, a velocidade da água nas tubulações é limitada. Admitindo-se, por exemplo, 0,90 m/s como velocidade média, resulta a seguinte carga de velocidade.

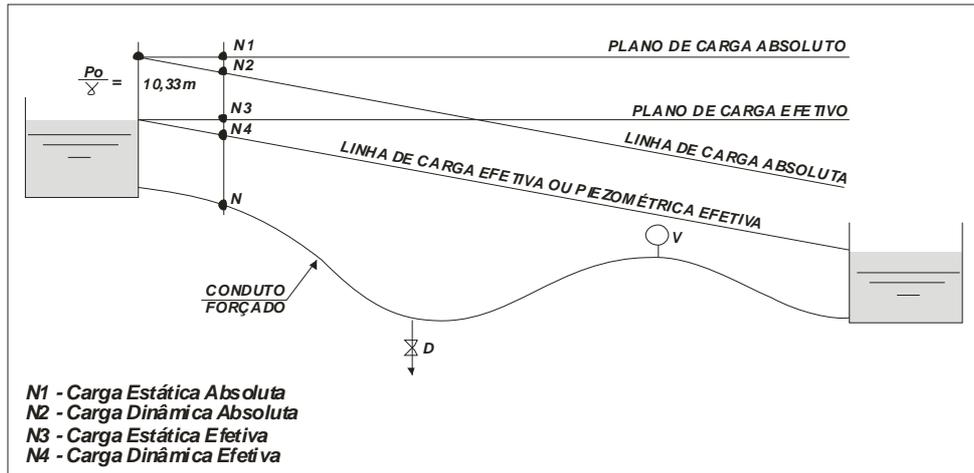
$$\frac{V^2}{2g} = \frac{0,9^2}{2 \times 9,8} \cong 0,04m(4cm)$$

Se apresenta a seguir, no **Quadro 3.7** e nas **Figuras 3.22 a 3.24**, as principais situações possíveis relativas à posição das tubulações em relação à linha de carga.

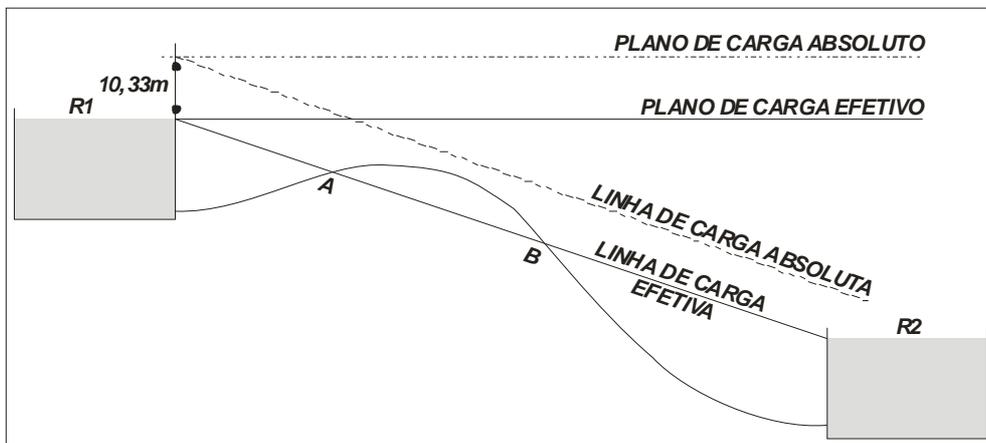
**QUADRO 3.7 - SITUAÇÕES RELATIVAS À POSIÇÃO DAS TUBULAÇÕES EM  
RELAÇÃO À LINHA DE CARGA**

SITUAÇÃO	POSIÇÃO RELATIVA	OCORRÊNCIAS	PRECAUÇÕES
A	<p>Todo comprimento da linha situada sob a linha de carga efetiva. <b>(Figura 3.22)</b></p>	<p>Posição ótima, fluxo normal e vazão real.</p>	<p>Pontos mais elevados: instalação de válvulas de expulsão e admissão de ar.</p> <p>Pontos mais baixos: instalação de descargas com válvulas para limpeza e possibilitar o esvaziamento quando seja necessário.</p>
B	<p>A tubulação passa por cima da linha piezométrica efetiva mas por baixo da piezométrica absoluta. <b>(Figura 3.23)</b></p>	<p>Pressão efetiva tem valor negativo.</p>	<p>Existência de bolsas de ar e o emprego de *ventosas comuns seriam prejudiciais porque em determinados pontos a pressão é inferior à atmosférica.</p>
C	<p>A tubulação corta a linha piezométrica e o plano de carga efetivo, mas fica por baixo da linha piezométrica absoluta. <b>(Figura 3.24)</b></p>	<p>Se trata de um sifão, que opera em condições precárias.</p>	<p>É necessário escorvar toda vez que entra ar na tubulação.</p>

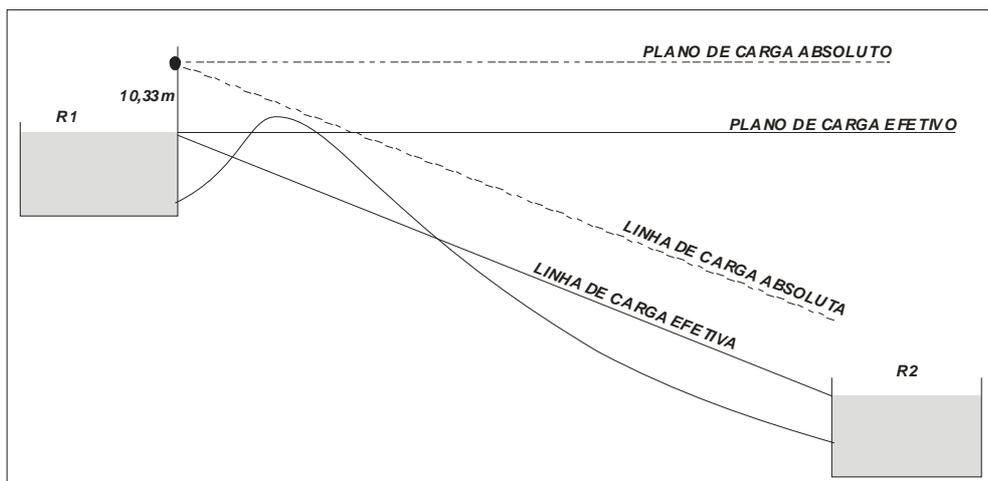
\* Ventosa: Válvula de expulsão ou admissão de ar.



**Figura 3.22 - Adutora Totalmente Abaixo da Linha de Carga Efetiva**



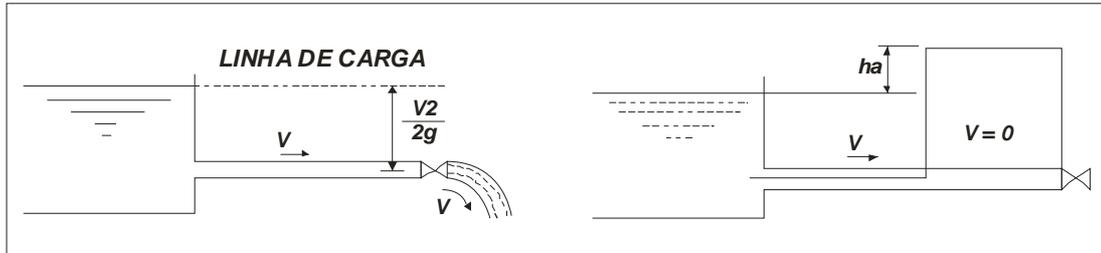
**Figura 3.23 - Parte da Adutora Entre as Linhas de Carga Efetiva e Absoluta**



**Figura 3.24 - Parte da Adutora Entre o Plano de Carga Efetivo e a Linha de Carga Absoluta**

### 3.4.2.3 - Golpe de Aríete

Se denomina golpe de aríete ao choque violento que se produz sobre as paredes de um conduto sob pressão, quando o movimento do líquido é modificado bruscamente (**Figura 3.25**).



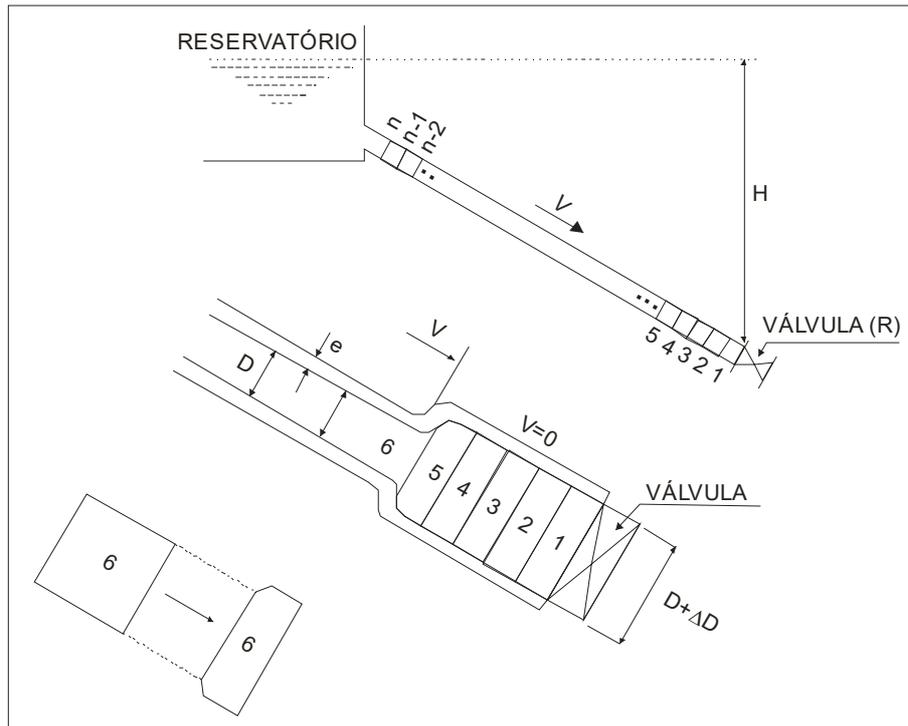
**Figura 3.25** - O Princípio do Golpe de Aríete

Em caso do fechamento de uma válvula, a força com que a água estava transportando-se se converte em trabalho, determinando nas paredes da tubulação pressões superiores à carga inicial.

Na prática, o fechamento sempre leva algum tempo, por pequeno que seja, e a energia absorvida se transforma em esforços de compressão da água e deformação das paredes da tubulação.

A tubulação representada na **Figura 3.26** está conduzindo água a certa velocidade. Considerando ao longo da massa líquida várias porções, denominadas lâminas, se verifica o seguinte:

Com o fechamento da válvula *R*, a lâmina 1 se comprime e sua energia de velocidade (velocidade) se converte em energia de pressão, ocorrendo simultaneamente a dilatação do tubo e esforços internos na lâmina (deformação elástica). O mesmo sucederá em seguida com a lâmina 2, 3, 4, etc., propagando-se uma onda de pressão até a lâmina *n* junto ao reservatório.



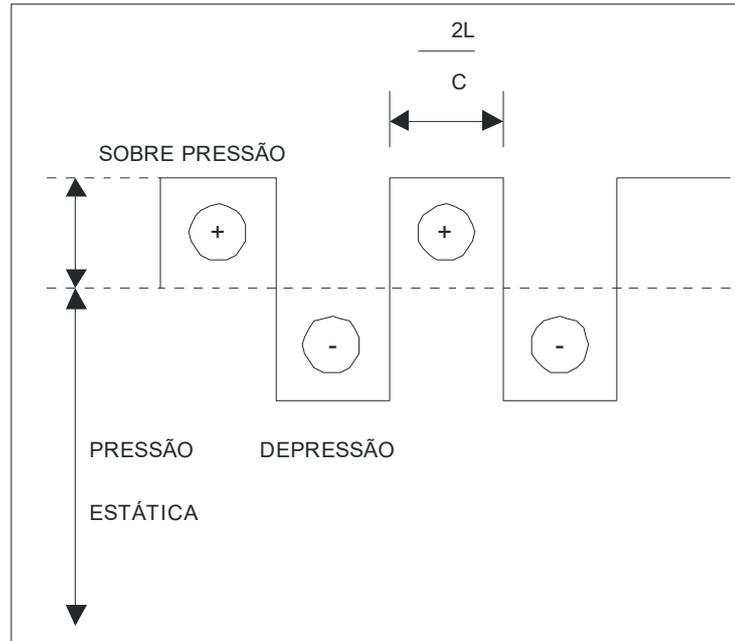
**Figura 3.26 - O Mecanismo do Golpe de Ariete**

A lâmina, em seguida, devido aos esforços internos e à elasticidade do tubo, tende a sair da tubulação, em direção ao depósito, com velocidade  $-V$ , ocorrendo o mesmo sucessivamente com as lâminas  $n-1$ ,  $n-2$ , ..., 4, 3, 2, 1.

Enquanto isso, a lâmina 1 havia ficado com sobrepressão durante o tempo.

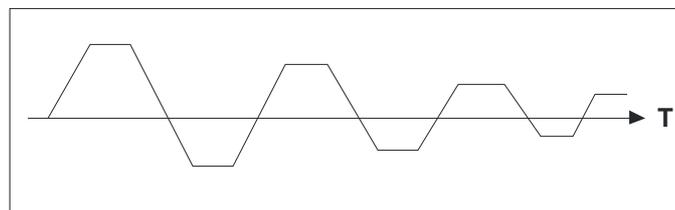
Existe então, essa tendência da água a sair da tubulação, pela extremidade superior. Como a extremidade inferior do tubo está fechada, haverá uma depressão interna. Nestas condições  $V$  é convertida em uma onda de depressão.

Devido à depressão na tubulação, a água tende a ocupá-la novamente, voltando à válvula as lâminas de encontro, está vez com a velocidade  $V$ , e assim sucessivamente. (**Figura 3.27**).



**Figura 3.27** - Diagrama de Sobre Pressões e Depressões

Nas considerações já feitas, foi desconsiderada a fricção ao longo da tubulação, que na prática, contribui ao amortecimento dos golpes sucessivos. (**Figura 3.28**).



**Figura 3.28** - Diagrama de Amortecimento

Se denomina fase ou período da tubulação ao tempo em que a onda de sobrepressão vai e volta de uma extremidade a outra da tubulação.

$$T = \frac{2L}{C} = \text{fase ou período da tubulação,}$$

sendo  $L$  = comprimento da tubulação;

$C$  = velocidade de propagação da onda (celeridade).

Quando a onda chega, ao regressar, muda o sentido, fazendo de novo o mesmo recorrido de ida e volta ao mesmo tempo  $T$ , mas com sentido contrário, sob a forma de onda de depressão (**Figura 3.29**).

O tempo de fechamento da válvula é um importante fator. Se o fechamento é muito rápido, a válvula ficará completamente fechada antes que a onda de depressão atue. Por outro lado, se a válvula é fechada lentamente, haverá tempo para que esta onda atue antes do fechamento completo.

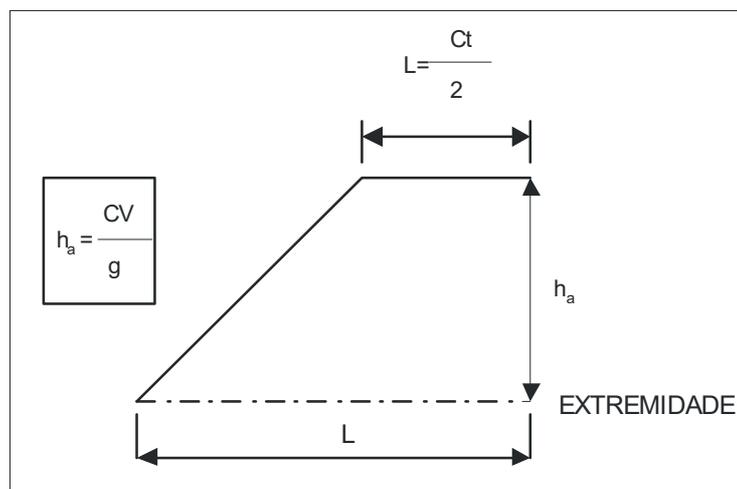
Daí a Classificação das manobras de fechamento:

$t$  = tempo de manobra

$$\text{manobra rápida} \quad t \leq \frac{2L}{C} \Rightarrow$$

$$\text{manobra lenta} \quad t > \frac{2L}{C} \Rightarrow$$

A sobrepressão máxima ocorre quando a manobra é rápida, isto é, quando  $t \geq \frac{2L}{C}$  (ainda não atuou a onda de depressão), e pode ser calculada pela expressão:



**Figura 3.29** - Sobre Pressão – Cálculo

sendo  $V$  a velocidade média da água e  $h_a$  o aumento de pressão em mca

Ao longo da tubulação a sobrepressão se distribui conforme no diagrama da **Figura 3.28**.

O caso mais importante de golpe de aríete em uma linha de recalque se verifica depois de uma interrupção de energia elétrica.

Neste caso, devido à inércia das partes rotativas dos conjuntos de recalque imediatamente depois da falta de corrente, a velocidade das bombas começa a diminuir, reduzindo-se rapidamente a vazão. A coluna líquida continua subindo pela tubulação de descarga até o momento em que a inércia é vencida pela ação da gravidade. Durante este período se verifica uma descompressão no interior da tubulação.

Em seguida, ocorre a inversão no sentido do fluxo e a coluna líquida volta às bombas.

Não existindo válvulas de retenção, as bombas começariam, então, a funcionar como turbinas, girando em sentido contrário.

Com exceção dos casos em que a altura de elevação é pequena, com descarga livre, nas linhas de recalque se instalam válvulas de retenção ou válvulas check, com o objetivo de evitar o retorno do líquido através das bombas.

A corrente líquida, ao retornar à bomba e encontrar a válvula de retenção fechada, ocasiona o choque e a compressão do fluido, o qual da origem a uma onda de sobrepressão (golpe de aríete).

Se a válvula check funciona normalmente, fechando no momento preciso, o golpe de aríete não alcançará o valor correspondente a duas vezes a altura manométrica.

Se, ao contrário, a válvula check não fecha rapidamente, a coluna líquida retornará, passando através da bomba e, com o tempo, passará a adquirir velocidades mais altas, elevando-se consideravelmente o golpe de aríete no momento em que a válvula fecha (podendo alcançar 300% da carga estática, dependendo do tempo de fechamento).

O cálculo rigoroso do golpe de aríete em uma instalação de recalque exige o conhecimento prévio de dados relativos aos sistemas de recalque que influem no fenômeno:

- O momento de inércia das partes rotativas da bomba e do motor ( $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ );
- Características internas da bomba (efeitos sobre a dissipação de energia, funcionamento como turbina);
- Condições da bomba no ramal de descarga e comportamento da onda de pressão.

Com o objetivo de limitar o golpe de aríete nas instalações de recalque, podem tomar-se as seguintes medidas de proteção:



- Instalação de válvulas de retenção ou “válvulas check”, para fechamento, de boa qualidade;
- Emprego de tubulações capazes de resistir à pressão máxima prevista (geralmente duas vezes a pressão estática);
- Adoção de aparelhos que limitem o golpe, tais como válvulas de alívio;
- Emprego de câmaras de ar comprimido;
- Utilização de dispositivos especiais, tais como a instalação de volante nos conjuntos elevatórios;
- Construção de câmaras de compensação ou poços de oscilação ou tanques de amortecimento.

#### 3.4.2.4 - Coeficiente “C” de Hazen-Williams

É usual utilizar o coeficiente “C” da fórmula de Hazen-Williams para estimar o “envelhecimento” da tubulação, assim como para avaliar o funcionamento da mesma, já que é função da natureza das paredes dos tubos (material e estado).

$$C = \frac{Q}{0,279 \times D^{2,63} \times J^{0,54}}$$

onde:

- Q= vazão (m<sup>3</sup>/s)
- D= diâmetro (m)
- J= perda de carga unitária (m/m).

A determinação sistemática do Coeficiente “C” das linhas, permite avaliar a degradação das mesmas.



### **3.4.3 - Fenômenos Hidráulicos que Ocorrem no Esvaziamento e Preenchimento de Linhas**

#### *3.4.3.1 - Generalidades*

As intervenções programadas para esvaziamento e preenchimento de linhas são frequentes na área de operação de uma empresa prestadora de serviços de água para possibilitar a execução de serviços de manutenção, limpeza e revestimento interno, interconexões com outras linhas ou a instalação de peças especiais, medidores, etc.

Estas intervenções normalmente requerem de cortes ou redução no abastecimento de um setor. O tempo que se emprega no esvaziamento e preenchimento da linha às vezes é maior que o serviço principal a ser executado. Isto origina a preocupação dos técnicos de operação em esvaziar e encher o mais rápido possível as linhas, criando situações nas quais o sistema trabalha sob esforços adicionais para os quais não foi dimensionado.

Quando há reservatórios, às vezes existe um “by-pass” entre a tubulação de chegada e de saída para isolar o reservatório, em casos de acidentes, danos, manutenção e serviços de limpeza. Este “by pass” permite manter o abastecimento em casos críticos, valendo-se da pressão da tubulação de chegada.

As linhas de PVC ou aço não sempre têm espessura suficiente para suportar pressões internas negativas geradas em tais operações. Ainda que estas linhas estejam bem projetadas, ao serem interconectadas a outros sistemas, se geram situações hidráulicas para as quais não foram dimensionadas.

Outros problemas são a falta de manutenção preventiva nos acessórios de proteção e a falta de dados técnicos da linha, tais como o perfil, posta em marcha, localização e diâmetro de descargas e ventosas, que podem gerar situações incômodas nesses casos de paradas.

#### *3.4.3.2 - Esvaziamento de linhas*

##### **a) Dados necessários**

Nos casos de esvaziamento, se deve conhecer exatamente o tramo que será posto em manutenção; paralelamente a isto, se deve programar a operação de tal forma que o esvaziamento se efetue só neste tramo, evitando abrir descargas que não são necessárias.

Para o cálculo de volume e tempo de descarga são importantes os seguintes dados da linha:

- Perfil hidráulico da linha.
- Diâmetro.
- Material e densidade.
- Posição das válvulas de linha e grau de fechamento.
- Posição das descargas, condição de descarga e verificação do lugar de descarga.
- Diâmetro das descargas.
- Posições e diâmetros das ventosas (válvulas de admissão e expulsão de ar).

b) Cálculo do tempo de descarga

O tempo de descarga, para não ter limitações de admissão de ar nos pontos altos e de disposição da água drenada, está em função de:

- Área da válvula de descarga.
- Carga disponível, em metros.
- Extensão do tramo a ser drenado.
- Diâmetro do tubo.

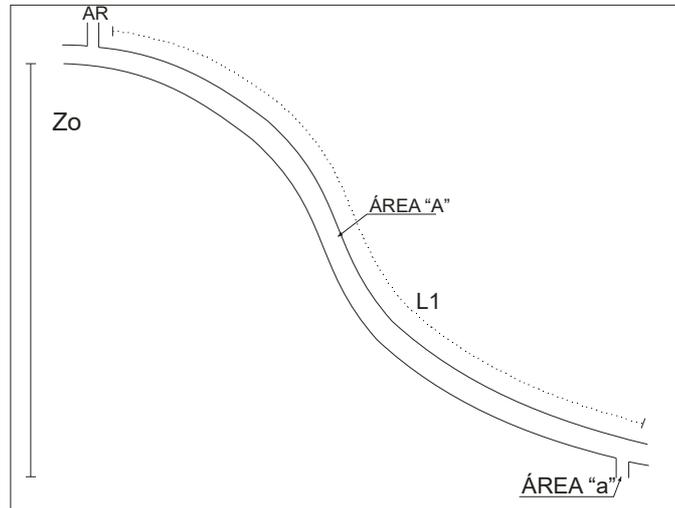
Para o cálculo do tempo de descarga de um tramo simples de extensão “L” de uma linha esquematizada na **Figura 3.30**, se pode empregar a seguinte expressão:

$$T = \frac{2A}{a} \frac{L}{K \sqrt{2gZ_0}}$$

onde:

- T = tempo de esvaziamento (horas)
- A = área da tubulação (m<sup>2</sup>)
- a = área de descarga (m<sup>2</sup>)
- L = extensão do tramo descarregado (m)

- K = coeficiente de descarga  $\approx 0,55$
- g = aceleração da gravidade (m/seg<sup>2</sup>)
- Z<sub>0</sub> = carga máxima disponível (m)



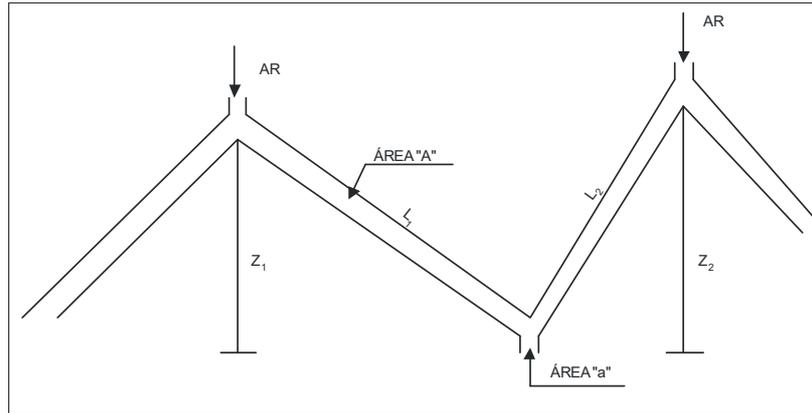
**Figura 3.30** - Esvaziamento Total de Tramo Único

Em tramos duplos com descarga no meio (ver **Figura 3.31**), para os casos mais comuns, o tempo de descarga está dado por:

$$T = \frac{2A}{a} \frac{L_1 + L_2}{K \sqrt{2g \frac{Z_1 + Z_2}{2}}}$$

onde:

- T = tempo de esvaziamento (horas)
- A = área da tubulação a descarregar (m<sup>2</sup>)
- a = área de descarga (m<sup>2</sup>)
- L<sub>1</sub> e L<sub>2</sub> = extensão dos tramos (m)
- Z<sub>1</sub> e Z<sub>2</sub> = carga disponível nos tramos L<sub>1</sub> e L<sub>2</sub> (m)
- g = aceleração da gravidade (m/seg<sup>2</sup>)
- K = coeficiente de descarga (0,55)



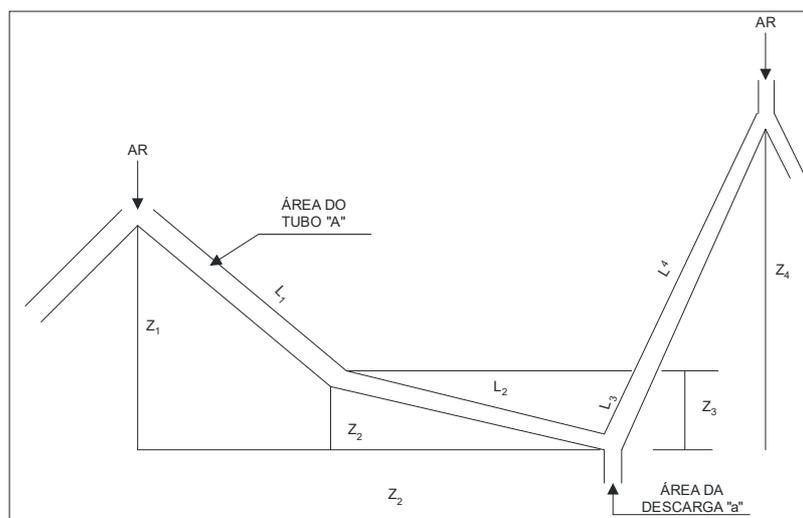
**Figura 3.31** - Esvaziamento de Tramos Duplos Homogêneos

Na realidade, os casos não podem ser tão simples, porque às vezes o tramo a ser descarregado tem declividade variável e o tramo com menor declividade pode ser significativamente maior se compara com o total (ver **Figura 3.32**). Neste caso precisa-se calcular o tempo de esvaziamento em etapas:

$$T = T_1 + T_2$$

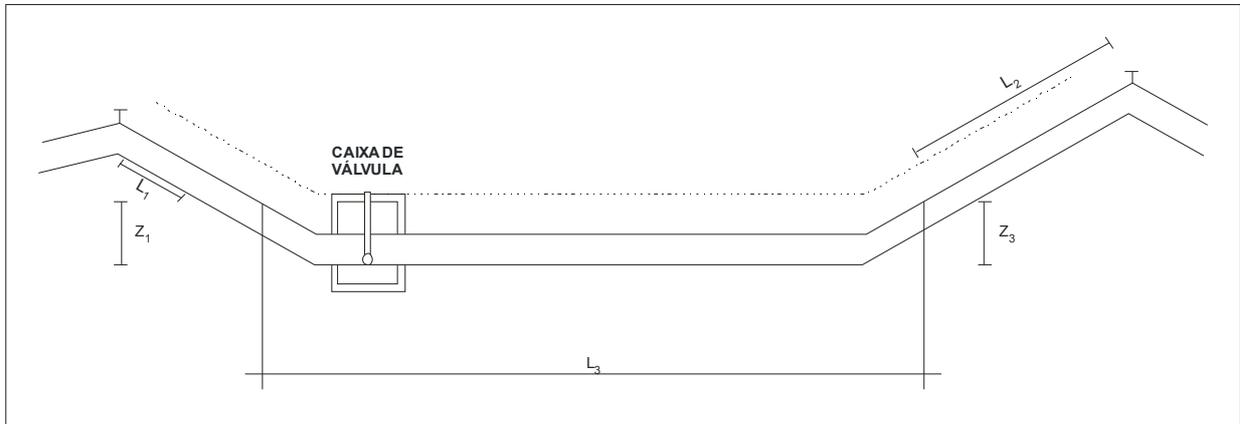
Onde:

$$T_2 = \frac{2A}{a} \frac{L_2 + L_3}{K \sqrt{2gZ_2}} \quad T_1 = \frac{2A}{a} \frac{L_1 + L_4}{K \sqrt{2g \frac{Z_1 + Z_4}{2}}}$$



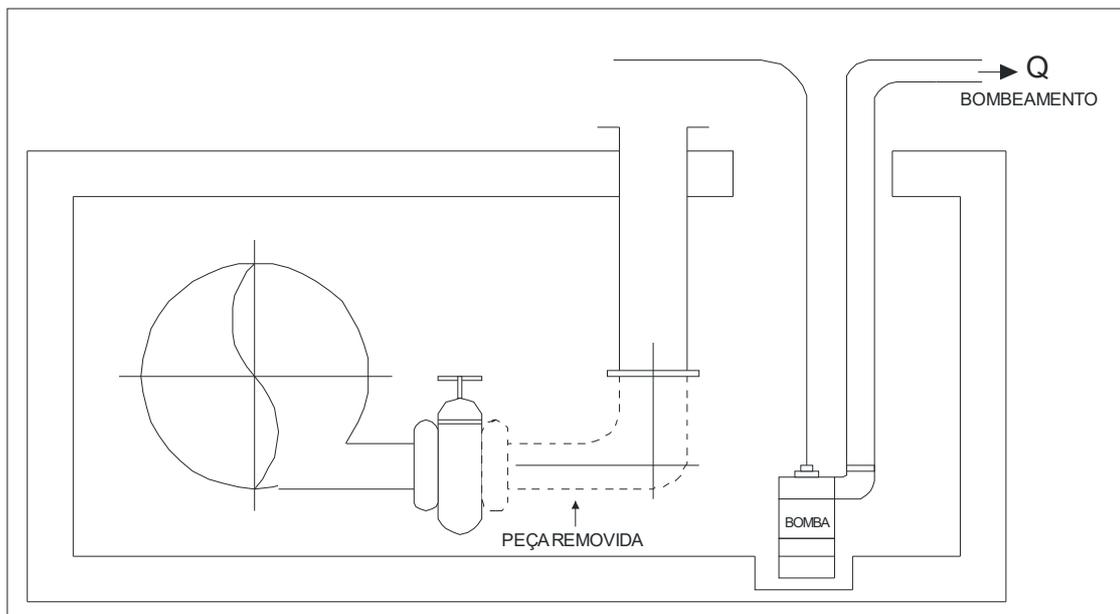
**Figura 3.32** - Esvaziamento de Tramos Duplos Heterogêneos

Outro caso muito frequente é que a superfície saída da descarga (superfície onde a água será disposta) esteja a um nível superior em grande parte da linha. (Ver **Figura 3.33**)



**Figura 3.33** - Esvaziamento de Tramos Abaixo da Boca de Descarga

Neste caso se calcula o tempo  $T1$  de descarga dos tramos  $L1$  e  $L2$  empregando o processo descrito anteriormente. O tramo  $L3$  deverá ser descarregado por bombeamento e terá outro limitador que é a vazão da bomba utilizada. Quando não é possível introduzir a bomba diretamente na tubulação de descarga, é normal proceder à desmontagem da tubulação depois da válvula de descarga; logo a água descarregada se acumula na caixa de proteção da descarga na qual se instala uma bomba submersível de drenagem (ver **Figura 3.34**).



**Figura 3.34** - Descarga Por Bombeamento



c) Verificação das Válvulas de Admissão de Ar

Ainda sabendo que os dispositivos de proteção deveriam estar projetados para evitar o colapso das linhas por pressão menor que a atmosférica, é conveniente verificar a capacidade de admissão de ar, principalmente nos casos de linhas de recalque.

Existem casos de interconexões de linhas de ferro fundido antigas com linhas de PVC ou de aço novas onde não se tomou nenhuma precaução; e em outros casos se instalam descargas adicionais, para acelerar o esvaziamento sem aumentar a admissão de ar.

Para o cálculo do esvaziamento em massas de descargas adicionais, se pode empregar a seguinte fórmula:

$$m = Ca \cdot As \sqrt{7 \rho_o p_o \left[ \left( \frac{p_i}{p_o} \right)^{1,4286} - \left( \frac{p_i}{p_o} \right)^{1,714} \right]}$$

Esta fórmula é válida para  $\frac{p_i}{p_o} > 0,53$  (forma subsônica)

onde:

Ca = coeficiente de descargas (0,6 para válvulas comerciais)

As = área da admissão (m<sup>2</sup>)

$\rho_o$  = massa específica do ar  $\frac{kg}{m^3} = 1,4$

$p_o$  = pressão atmosférica (kg/cm<sup>2</sup>)

$p_i$  = pressão interna absoluta (kg/cm<sup>2</sup>)

A vazão em volume de ar em m<sup>3</sup>/s será:

$$Q_{ar} = \frac{\dot{m}}{p_o}$$

“Q ar” deverá ser maior ou igual à vazão de água máxima a drenar do referido tramo.



d) Verificação da pressão de colapso

As válvulas de admissão de ar devem estar localizadas em pontos referenciais onde se possam evitar pressões internas negativas com módulos superiores às pressões admissíveis para a espessura da tubulação.

A pressão de colapso ( $P_c$ ) em tubulações aéreas de aço de parede delgada, se obtém mediante a seguinte expressão:

$$P_c = \frac{2E}{1-\nu^2} \left( \frac{d}{D} \right)^3 \quad (\text{psi})$$

Com validade para  $\frac{d}{D} < 0,023$

onde:

E = 30.000.000 psi (módulo do elasticidade do aço)

$\nu$  = 0,3 (coeficiente de Poisson para o aço)

d = espessura da tubulação (polegadas)

D = diâmetro da tubulação (polegadas)

Para tubulações enterradas a expressão é:

$$\frac{Ax}{D} = d_L \frac{WR^4}{EI + 0,061eR^3} \quad (\text{em}\%)$$

onde:

Ax = deflexão horizontal do tubo (deformação - in)

D = diâmetro da tubulação (in)

$d_L$  = coeficiente de deformação retardada (adimensional)

W = carga total (terreno) sobre a tubulação (lb/in)

R = raio da tubulação (in)



E = 30.000.000 psi (módulo de elasticidade do aço)

I = momento de inércia da parede da tubulação por polegada linear (in<sup>4</sup>/in)

e = módulo reativo do solo por polegada linear (in<sup>4</sup>/in)

Para tubulações de aço  $\frac{Ax}{D}$ , deve ser inferior a 2% para aquelas revestidas com cimento e inferior a 3% para aquelas revestidas com “coal-tar-enamel” ou “coal-tar-epóxi”.

#### 3.4.3.3 - Preenchimento de Linhas

##### a) Considerações sobre o preenchimento de adutoras

O preenchimento de uma linha de recalque pode estar condicionado a mecanismos de expulsão de ar. Dependendo da velocidade do preenchimento e do ângulo de inclinação dos tramos, o ar pode acumular-se nos pontos altos, causando perdas consideráveis de carga ou o bloqueio total do fluxo. Esses fenômenos são percebidos quando se demora em encher as linhas ou em um bloqueio total do fluxo.

As ventosas instaladas em adutoras, normalmente não são dimensionadas para a operação de preenchimento. Durante o preenchimento se geram sobrepressões indevidas quando se expulsa todo o ar por uma ventosa.

Em alguns casos, a instalação pode operar automaticamente uma válvula diretamente para a atmosfera. Quando não se dispõe deste mecanismo, se deve proceder a desmontar a ventosa durante a carga, até que se elimine todo o ar.

##### b) Bloqueio total do fluxo

Quando a expulsão de ar é deficiente, é comum que ocorra o bloqueio do preenchimento, causado pela formação de bolsões (bolhas) de ar, nos pontos altos, ainda que exista carga suficiente. (Ver **Figura 3.35**).

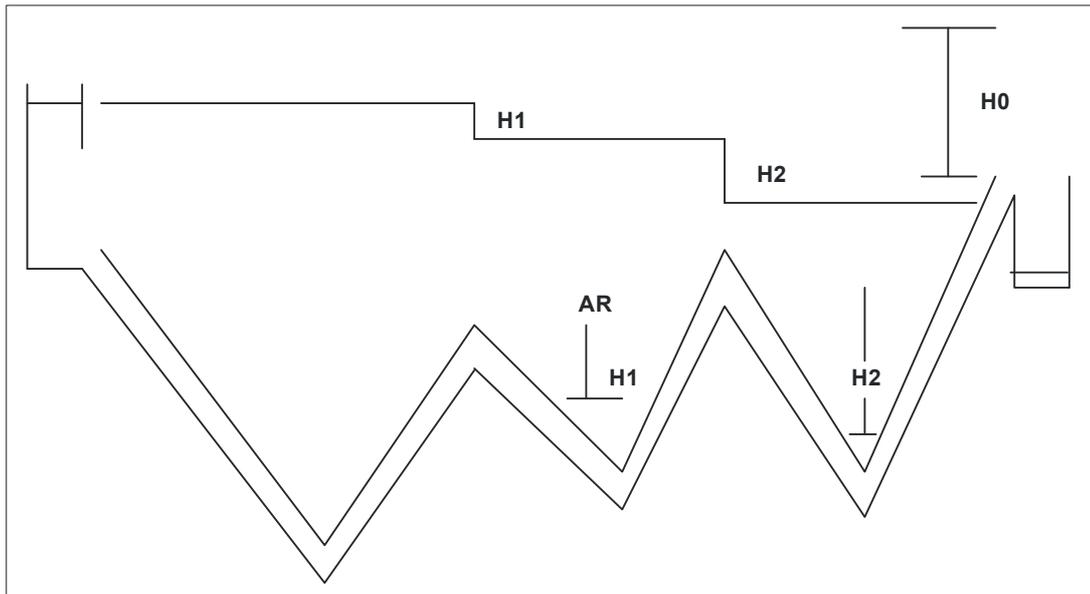


Figura 3.35 - Enchimento Por Tramos

Nos dos pontos altos intermediários há perdas de carga  $H_1$  e  $H_2$  referentes à coluna de ar nos tramos descendentes.

A somatória destas perdas de carga é maior que o da carga disponível  $H_0$ , interrompendo o fluxo até que se expulse o ar contido.

O fluxo só se dará quando,

$$H_1 + H_2 < H_0$$

c) Sobrepressões causadas durante o preenchimento

O fenômeno de sobrepressões ocorre frequentemente na expulsão do ar pelo orifício. Se produz uma desaceleração rápida da coluna líquida em movimento, quando está encontra a saída da ventosa.

Esta desaceleração é causada pela grande diferença de densidade entre a água e o ar resultando diferenças de velocidades, pois:

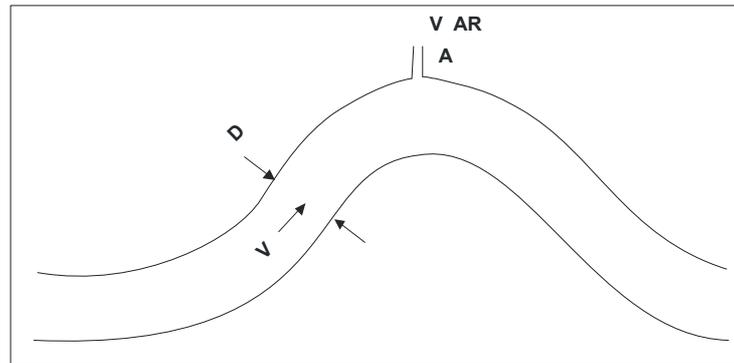
$$\frac{\rho_{\text{agua}}}{\rho_{\text{ar}}} = 800$$

e a relação de velocidade é:

$$\frac{v_{ar}}{v_{agua}} = \frac{\sqrt{\frac{\Delta P}{p_{ar}}}}{\sqrt{\frac{\Delta P}{p_{agua}}}} = \sqrt{\frac{p_{agua}}{p_{ar}}} \cong 28$$

Para um melhor entendimento, suponha-se que em uma operação de **preenchimento de linhas**, o ar está sendo expulsado por um orifício em um ponto alto (ventosa). (Ver **Figura 3.36**)

O fluxo de ar está limitado a um diferencial de pressão de  $0,53 \times P_{atm.}$ , pois para valores maiores ocorre o bloqueio da vazão.



**Figura 3.36** - Esquema de Preenchimento de Linhas

A vazão de ar é dada por

$$Q_{ar} = C_d A_v \sqrt{2g\Delta H}$$

Onde:

$C_d$  = Coeficiente de descarga (0,6 para ventosas comerciais)

$A_v$  = Área da ventosa

$$Q_{ar} \geq 0.6 A_v \sqrt{2g} \times \sqrt{3570}$$

$$Q_{ar} = 158,64 \times A_v$$



Se o diâmetro da **tubulação** for  $D = 1500$  mm e o diâmetro da ventosa  $d=100$  mm, se tem, igualando a vazão da água na **tubulação** e a vazão de ar expulsado:  $Q_{\text{água}} = Q_{\text{ar}}$

$$V \cdot \frac{\pi 1,5^2}{4} = 158,64 \frac{\pi 0,1^2}{4}$$

$$V = 0,7 \text{ m/s}$$

Quando o ar esteja totalmente expulso e a água alcance o ponto A, a velocidade da água passará instantaneamente de 0,7 m/s a um valor próximo a zero. Neste momento poderão gerar-se sobrepressões de:

$$\Delta H = 100 \cdot 0,7 (\text{m/s}) = 70 \text{ m.c.a.}$$

que, em muitos casos estão sobre o limite de carga admissível nas tubulações.

Limitação na vazão do preenchimento

No item anterior, se mostra que na fase de preenchimento podem gerar-se sobrepressões da ordem de 70 m.c.a.

Conhecendo o diâmetro e material da linha e a sobrepressão máxima que esta suporta, se pode determinar a vazão do preenchimento.

Se costuma limitar a velocidade a 0,3 m/s, o que gerará sobrepressões até 30 m.c.a.

Em casos de preenchimento de linhas de concreto e ferro fundido antigas funcionando no limite de pressão de ruptura, a velocidade máxima deve ser 0,1 m/s.

### 3.4.4 - Materiais das Linhas

Os principais materiais, tipos e juntas das linhas, se apresentam no **Quadro 3.8**.

Observações:

#### a) Ferro Fundido

As tubulações de ferro fundido se vêm utilizando amplamente nas linhas de recalque, devido à resistência que apresentam às pressões internas positivas e negativas, às cargas externas e aos impactos ocasionados durante o transporte e sua instalação.



Apresentam longa vida útil, no entanto sofrem envelhecimento, formando-se incrustações na parede interna, acentuando-se quando a água transportada apresenta baixo pH. Isto aumenta sua rugosidade e reduz o fluxo, diminuindo gradualmente a vazão do fluxo. Este é o principal inconveniente deste material, desde o ponto de vista técnico.

No entanto, com a idéia de evitar este fenômeno, em geral se utilizam tubos de ferro revestidos internamente por uma capa de cimento aplicada mediante centrifugação. Este procedimento também poderá ser utilizado para restabelecer e assegurar a vazão original de antigas linhas, depois de um processo de limpeza nas paredes.

**QUADRO 3.8 - MATERIAIS E TIPOS DE JUNTAS DAS LINHAS**

MATERIAL	TIPO	JUNTAS	OBS.
FERRO FUNDIDO	Fundido Dúctil	Ponta/ Bolsa rígida (chumbo, cimento) elástica (borracha) Flange Especial Gibault	1
CIMENTO AMIANTO	Pressão para condutos a carga Conduto livre	Simples Tripla Especial Gibault	2
CONCRET O	Simples Armado sem reforço de aço (sem/com proteção) com reforço de aço (sem/com proteção)	Rígida (argamassa de cimento, cal e areia) ponta/bolsa acople de meia espessura luvas de concreto ou metálicas Semi-Rígida (Material mais ou menos plástico) ponta / bolsa luvas ou forros de concreto ou metálicos Flexíveis ponta/bolsa com anel de borracha gibault	3
AÇO	Tubulação de chapa de aço soldada Costura retilínea Costura helicoidal Tubulação sem costura	Acoplamento Simples Especiais Dresser Telescópica Soldadas Flangeadas	4
PVC	–	Ponta / Bolsa Junta Soldável (“Cola” especial) Junta Elástica DeFoFo	–
PRFV	–	Ponta / Bolsa Junta Elástica	–



b) Cimento amianto

Está proibido o uso de tubulações de cimento amianto no Brasil e em quase todos os países, no entanto, podem existir tubulações com este material que, ainda que tenham cumprido sua vida útil, continuam em serviço. Foram utilizados satisfatoriamente em linhas por gravidade e recalque. Os tipos fabricados alcançavam uma ampla gama de resistência às pressões internas, até uma pressão normal de serviço até de  $15 \text{ kg/cm}^2$  ou 150 metros de coluna de água.

Os tubos deste material têm paredes suficientemente lisas, oferecendo excelentes condições de fluxo, mantendo-se estáveis se a água não é agressiva.

c) Concreto

As tubulações de concreto simples se empregam preferentemente em linhas que estão em conduto livre ou conduto forçado para baixas pressões de serviço.

As tubulações de concreto armado podem ser construídas para resistir a pressões muito elevadas. A estrutura da parede tem uma armadura de aço simples ou protendido.

Estas tubulações podem ser mais econômicas, dependendo das facilidades locais, principalmente na construção de linhas de grandes diâmetros.

As condições do fluxo são boas devido à pequena rugosidade das paredes. Se mantêm geralmente estáveis durante o tempo, salvo que se verifique um ataque do cimento causado pela água transportada.

O grande peso, que dificulta a manipulação em todas as etapas, representa sem dúvida uma grande desvantagem, tendo ainda dificuldades na reparação da substituição de peças, ocasionando enormes trabalhos quando ocorrem acidentes.

d) Aço

São utilizados principalmente em linhas sujeitas a elevadas pressões internas ou que se destinam a transportar grandes vazões. Devido a sua fácil manipulação, podem fabricar-se tubos de grandes diâmetros e para altas pressões.



A flexibilidade do tubo acabado e o sistema de união mediante solda no mesmo lugar, facilitam a operação de alinhamento/instalação em valas.

A fabricação exige cuidados especiais, particularmente quanto às soldagens dos flanges/chapas cuja execução segue uma rigorosa série de especificações e requisitos.

Uma das principais desvantagens atribuídas às tubulações de aço é que são menos resistentes à corrosão assim como às cargas externas e pressões internas negativas.

A corrosão é um fenômeno complexo que, causado por reações químicas ou eletroquímicas de várias origens, destrói os metais em maior ou menor intensidade, de acordo a sua composição. As tubulações de aço são mais sensíveis a esse fenômeno em comparação com o ferro fundido, porque têm a parede mais delgada e se vêm afetadas rapidamente.

A natureza do solo e a sua agressividade desempenham um papel importante dentro do processo gerador de corrosão metálica.

Outra causa importante pela que se produz a corrosão, é a passagem de correntes estranhas pela tubulação, que ao passar pela terra arrastam partículas metálicas formando cavidades na parede externa. Este tipo de corrosão frequentemente ocorre em linhas de trem elétrico, torres e postes de transmissão e distribuição de energia elétrica, e igualmente em qualquer outra estrutura com fluxo de corrente elétrica.

Uma maneira de proteger as tubulações de aço e evitar ou reduzir a corrosão, consiste em isolar externamente o metal aplicando pintura coal-tar-epóxi ou camadas de material betuminoso (betume), lã de vidro, juta, papel parafinado ou uma combinação dos mesmos. Internamente, para proteger o metal contra a agressividade da água, se aplica geralmente a pintura coal-tar-epóxi ou, mais raramente, a pintura coal-tar-enamel. A Aplicação das capas protetoras é outro ponto que exige cuidadosa técnica do fabricante de tubulações.

A resistência dos tubos de aço com respeito às cargas externas e pressões negativas internas está em função da espessura da parede e da existência ou não de anéis de reforço.

Os tubos de parede delgada, a pesar de que resistem à pressão interna da água, muitas vezes se deformam sob a ação de esforços externos ou se achatam quando se forma um vácuo parcial em seu interior durante o esvaziamento da linha, por causa de descargas normais ou rupturas. Este fenômeno de achatamento é conhecido por colapso a constricção.

### 3.4.5 - Dispositivos e Acessórios

#### 3.4.5.1 - Classificação

Os dispositivos e acessórios localizados geralmente nas linhas, podem classificar-se em base a sua aplicação: para operação e controle do fluxo, para permitir a manutenção ou para proteção da linha e partes componentes.

Alguns desses componentes podem ter características apropriadas para uma função dupla.

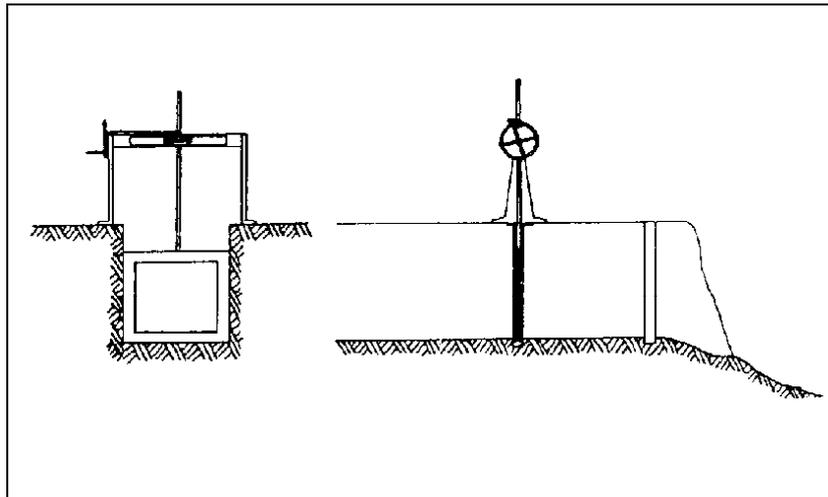
Na continuação se apresenta no **Quadro 3.9** o demonstrativo dos principais dispositivos empregados.

**QUADRO 3.9 - PRINCIPAIS DISPOSITIVOS EMPREGADOS EM ADUTORAS**

DISPOSITIVOS E ACESSÓRIOS	OPERAÇÃO	MANUTENÇÃO	PROTEÇÃO
Comporta	X	X	
Stop-log		X	
Válvula de gaveta	X	X	
Válvula de descarga		X	
Válvula de retenção			X
Válvula controladora auto-operada	X		X
Ventosa (expulsão ou admissão de ar )	X		X
Dispositivos antigolpe de ariete			X
Juntas de expansão/dilatação			X
Ancoragens e tirantes			X
Proteção contra corrosão			X
Caixa quebra-pressão	X		X

#### 3.4.5.2 - Comportas e Stop Log

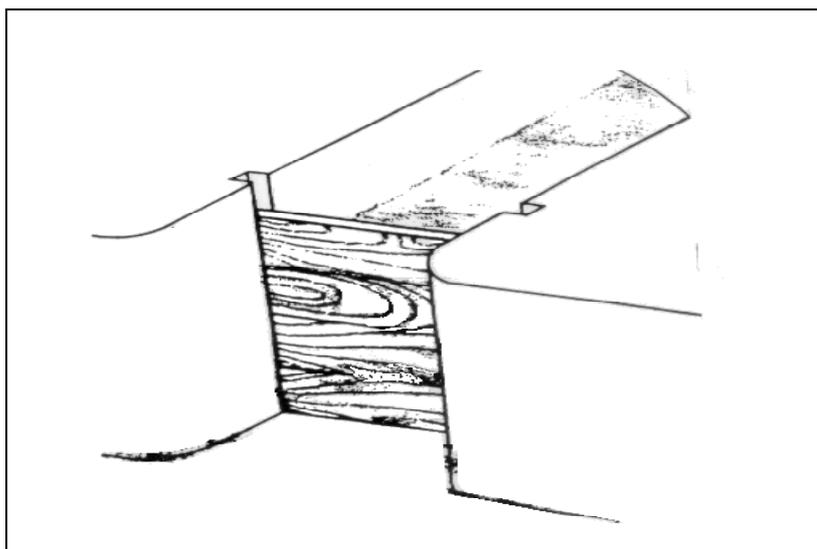
As comportas são dispositivos de fechamento que estão constituídos essencialmente de uma placa movediça, que se desliza em ranhuras ou canaletas verticais. São instaladas principalmente em canais e nas entradas de tubulação de grande diâmetro (**Figuras 3.37 e 3.38**)



**Figura 3.37 - Comporta**

Os tipos mais simples (stop-logs), podem montar-se com pranchões de madeira com acoplamentos sobrepostos. Devido à dificuldade que se tem em sua colocação, remoção das peças, ademais de sua pouca resistência às pressões em comparação às peças metálicas, se utilizam mais em instalações pequenas e na manutenção de canais (**Figura 3.38**).

Em lugares de acesso difícil ou quando o uso for mais freqüente, é preferível empregar comportas de ferro fundido ou de aço, acionadas por sistemas mecanizados, como o da **Figura 3.37**.



**Figura 3.38 - Stop-Log**

### 3.4.5.3 - Válvulas

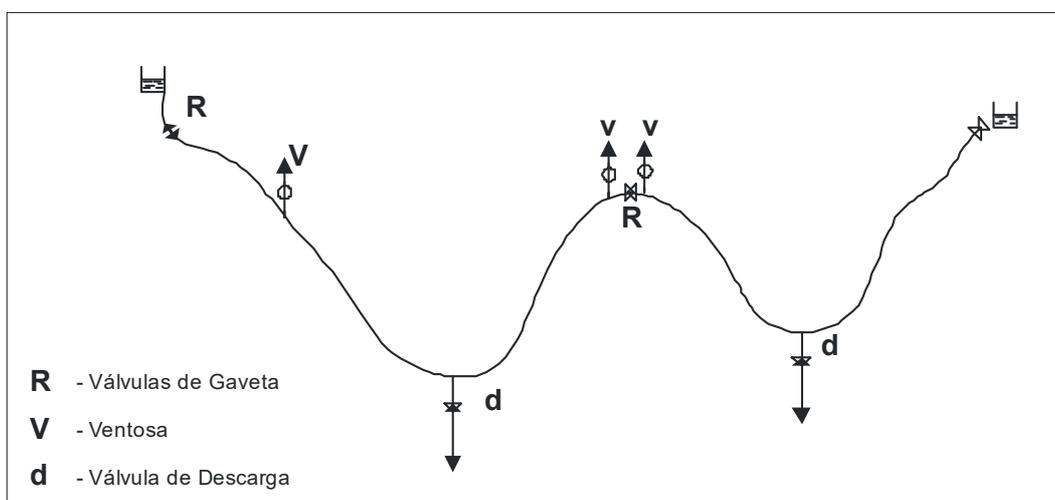
Em uma linha por gravidade com tubulação a pressão, usualmente existem os seguintes tipos de válvulas:

- Válvulas de gaveta para isolamento
- Válvulas de gaveta para descarga
- Válvulas borboleta
- Válvula redutora ou controladora de pressão

Em uma linha de recalque, além destas válvulas, se encontram válvulas de retenção, válvulas controladoras de bomba, válvulas de alívio, etc.

As válvulas de gaveta são dispositivos que permitem regular ou interquebrar o fluxo de água em condutos fechados. Embora não sejam projetadas para controlar a vazão, permitem fazê-la com certa facilidade quando é necessário.

Uma das válvulas geralmente se coloca a montante na base da linha, outras ao longo da linha, distribuindo-as em pontos convenientes para permitir o isolamento e descarga de tramos por causa de reparações, sem que exista a necessidade de esvaziar toda a linha. Estas válvulas também permitem regular a vazão durante o preenchimento da linha, gradualmente e assim evitar os golpes de aríete. no possível, é aconselhável colocar as válvulas em pontos elevados, onde a pressão é menor, para que a manobra se faça mais fácil (**Figura 3.39**).



**Figura 3.39** - Válvulas em Linhas

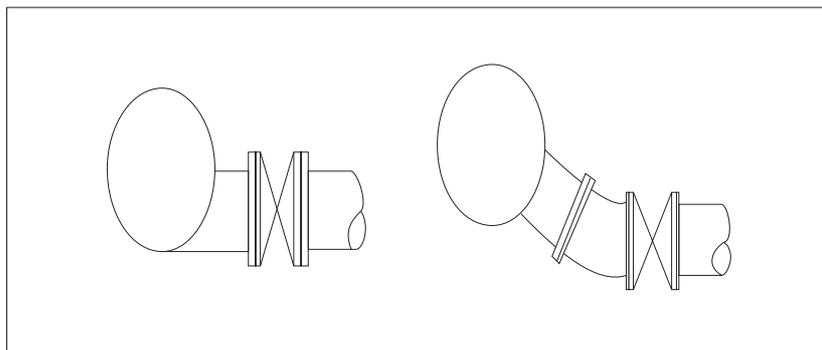
Algumas vezes são instaladas válvulas ao longo da linha para a função essencial de reduzir ou controlar a pressão. São válvulas especiais do tipo globo ou globo Y, geralmente auto-operadas hidráulicamente por sensores de pressão e pilotos hidráulicos.

Existem também casos, onde as válvulas são instaladas na linha para controlar melhor o fluxo nas derivações. Esses casos não são comuns e exigem uma especial atenção durante a abertura ou fechamento da válvula.

As válvulas de descarga se colocam nos pontos baixos das linhas, em derivação da linha, para permitir a saída da água sempre que seja necessário. Isto ocorre, geralmente, quando se está enchendo a linha para assegurar a saída do ar, quando se vai a esvaziar a linha para ser reparada ou por outras razões de natureza operacional.

O diâmetro da derivação de descarga não deverá ser inferior a 1/6 do diâmetro da linha, preferentemente deve ser mais alta. A terça parte desse diâmetro é um valor bastante adequado; assim uma linha de 300 mm poderá ter uma válvula de descarga de 100 mm.

Nos casos de descarga com redução de diâmetro, é necessário facilitar a retirada total da água, colocando uma peça especial na linha com uma derivação perpendicular ou dando uma inclinação conveniente no acessório “tê”, onde será conectada a válvula (**Figura 3.40**).



**Figura 3.40** - Desvios para Válvulas de Descarga

As válvulas de retenção são dispositivos que permitem a passagem da água em um só sentido, impedindo o retorno brusco do líquido contra as bombas durante sua paralisação, pela falta de energia ou outra causa.

Se instalam no início das linhas de recalque, quase sempre no tramo de saída de cada equipamento. São peças fabricadas em ferro fundido ou aço, para suportar, sem que ocorram danos, os golpes de aríete provenientes das bruscas paralisações. Estas válvulas



devem estar equipadas com um “by pass” de pequeno diâmetro, permitindo o preenchimento da bomba e tubulações de sucção por causa da escorva.

As válvulas controladoras de bomba se usam em instalações mais complexas, em geral para automatizar a interface bomba – linha de recalque. Usualmente as válvulas são programadas para estarem fechadas no momento da partida da bomba, abrir devagar, fechar devagar e só permitir que a bomba seja desligada quando esteja fechada. Pode ser de operação hidráulica ou elétrica e serem programadas para um grande número de funções através de pilotos, sensores, relês, etc.

#### *3.4.5.4 - Ventosas para Expulsão e Admissão de Ar*

As ventosas são dispositivos colocados nos pontos elevados das tubulações, permitindo a expulsão do ar durante o preenchimento da linha ou do ar que normalmente se acumula nesses pontos. Por outro lado, deixam penetrar o ar na tubulação quando estão descarregando-a, porque ao contrário, a linha apresentaria pressões internas negativas. É uma solução necessária para evitar o achatamento e colapso que certas tubulações podem sofrer (por exemplo: aço), mas arriscado ante a possibilidade de entrada de líquido externo contaminado se esta não estivesse devidamente protegida.

As linhas de aço com paredes finas sujeitas a colapso, exigem de maiores cuidados quanto à localização das ventosas. No entanto, em todas as tubulações, como regra geral, devem-se instalar ventosas em:

- Todos os pontos altos.
- Todos os pontos de mudança de declividade em tramos ascendentes e descendentes.
- Pontos intermediários de tramos ascendentes, horizontais e descendentes muito longos.
- Pontos iniciais e finais de tramos horizontais e de tramos paralelos à linha piezométrica.

#### *3.4.5.5 - Dispositivos Antigolpe de Aríete*

Com o objetivo de limitar o golpe de aríete nas instalações de bombas, se podem empregar alguns dispositivos, como se amostra a continuação:



a) Válvulas aliviadoras de pressão ou válvulas antigolpe de aríete

São dispositivos que permitem aliviar a pressão interna das tubulações quando sofram ação de golpes de aríete. São instaladas geralmente no início das linhas de recalque, nas quais as válvulas de retenção sofrem exigências maiores e poderiam não suportar os esforços resultantes da sobre elevação de pressão. Alguns desses dispositivos têm um mecanismo complicado, necessitando às vezes de ar comprimido ou de dispositivos elétricos para respaldar a operação.

Modernamente se utilizam válvulas antecipadoras de onda que são programadas para abrir tão pronto a bomba para. Têm, portanto, a vantagem de encontrar-se aberta quando a onda de sobrepressão chega à válvula de retenção. São válvulas auto-operadas hidráulicamente e podem ser programadas para abrir em um tempo pré-determinado.

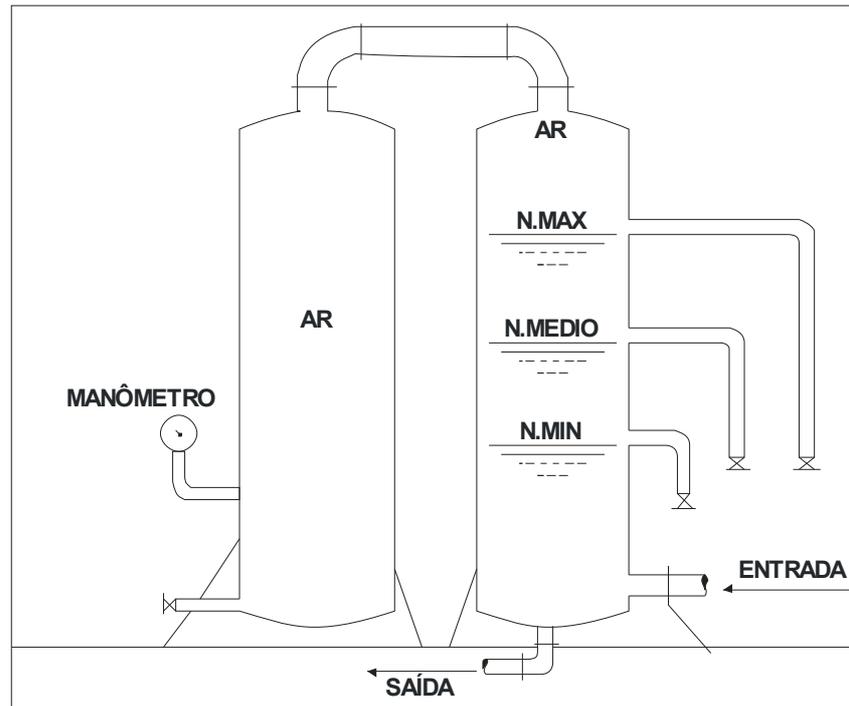
b) Câmaras de Ar Comprimido (tanques hidropneumáticos)

As câmaras de ar comprimido são depósitos metálicos com ar e água, dispostos na parte inicial das tubulações de descarga.

Na primeira fase do golpe de aríete (descompressão), o ar se expande e a câmara cede certa quantidade de água à tubulação, atenuando o golpe negativo. Durante a segunda fase (sobrepressão), a câmara passa a receber água da tubulação, comprimindo-se o ar, e reduz em parte a tendência a sobrepressão alta. O orifício existente entre a câmara e a tubulação deve ser projetado de maneira que proporcione maior resistência à entrada da água na câmara que na saída.

As câmaras de ar comprimido são as mais indicadas para as pressões e vazões não muito altas. Exigem uma vigilância permanente para evitar a falta ou perda de ar por dissolução na água.

É necessária a instalação de um compressor para abastecer o ar perdido por dissolução na água, cuidando-se para que este esteja sempre operativo. **(Figura 3.41)**



**Figura 3.41** - Tanque Hidropneumático

c) Volantes de Inércia

Com o emprego de volantes de inércia se busca aumentar convenientemente o momento de inércia das partes rotativas das máquinas, prolongando-se o tempo que se demora em parar.

O volante poderá ter a massa suficiente para, com sua inércia, converter a manobra rápida em manobra lenta.

Este dispositivo de grande segurança é aplicável nos casos em que as linhas de recalque são relativamente curtas.

d) Poços de Oscilação ou Chaminé de Equilíbrio

São câmaras capazes de absorver os golpes, permitindo a oscilação da água, sendo utilizados quando as condições topográficas são favoráveis e as alturas geométricas pequenas, devendo estar localizados o mais próximo possível da elevatória, ou da casa de máquinas, no caso de turbinas. (**Figura 3.42**)





#### 3.4.5.6 - Juntas de Dilatação ou Expansão

Nas tubulações expostas a temperaturas altas do ambiente e de juntas rígidas, se requerem juntas especiais que permitam a dilatação e a contração. Nas tubulações enterradas estas não são necessárias, exceto nas câmaras de válvulas, para permitir as operações de montagem e desmontagem.

As juntas mais conhecidas são: Gibault e Dresser.

#### 3.4.5.7 - Ancoragens

As ancoragens são dispositivos constituídos por blocos de concreto e localizados junto a curvas, tês, tampões ou outros acessórios, para suportar o componente de esforços não equilibrados resultantes da pressão interna da água. Em tubulações de juntas rígidas, as ancoragens não são necessárias.

#### 3.4.5.8 - Proteção contra Corrosão

##### a) Tipos de corrosão

Ocorrem quatro tipos de corrosão nas tubulações de linhas metálicas:

- Auto-corrosão: causada pela tendência que os metais têm, ao entrar em contato com a água.
- Corrosão galvânica: causada pela diferença de potencial elétrico gerada pelo contato de metais diferentes (costuras, soldas, etc., ou impurezas no metal); o meio líquido externo fecha o circuito, formando-se uma pilha elétrica: o metal de potencial de maior oxidação funciona como ânodo e é corroído, o outro funcionando como cátodo é protegido.
- Corrosão eletrolítica causada por correntes perdidas: as correntes elétricas positivas quando alcançam as tubulações se infiltram por estas. Em certas juntas ou em tramos de tubulações onde a resistência seja elevada à passagem da corrente elétrica, ou em terrenos úmidos, a corrente elétrica deixa a tubulação. Nesses pontos de descarga da corrente, o metal funciona como ânodo e a tubulação sofre externamente uma corrosão.

- Essas correntes elétricas perdidas que alcançam as tubulações geralmente provêm das linhas de trens elétricos (correntes contínuas) ou de descargas (cabos de terra) de aparelhos elétricos domiciliares. As correntes alternadas têm um efeito corrosivo muito menor que as correntes contínuas (geralmente menos que 1%).
- Corrosão eletrolítica causada por diferenças de tensão mecânica no metal: resultam da diferença de potencial que aparece quando duas partes de um metal, sujeitas a tensões diferentes, são postas em contato. Geralmente, a parte mais solicitada apresenta o potencial mais alto, funcionando como ânodo, sendo então corroída.

b) Tipos de Proteção Externa e Interna (**Quadro 3.10**)

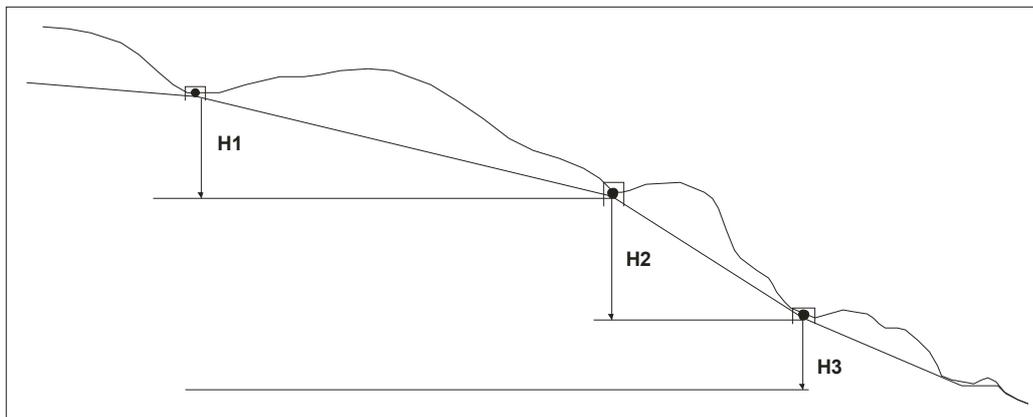
**QUADRO 3.10 - TIPOS DE PROTEÇÃO EXTERNA E INTERNA**

PROTEÇÃO		CARACTERÍSTICA	TIPO
REVESTIMENTO NÃO METÁLICO		Ação mecânica, formando uma barreira (capa) sobre o metal para isolá-lo do ambiente corrosivo.	Pintura epóxi ou revestimento à base de breu ou asfalto, aplicados externamente e internamente.
REVESTIMENTO METÁLICO	Inatacáveis	Ação mecânica, isolando o metal do ambiente corrosivo; a proteção tem ação danosa nos pontos de descontinuidade do revestimento acelerando a corrosão.	Revestimento de cobre, níquel, estanho e cromo
	Desgastantes	Utilização de metais menos nobres que aquele a ser protegido, os quais formam o ânodo a ser desgastado pela corrosão.	Revestimento de zinco.
CATÓDICA		Proteção da tubulação contra a corrosão externa: consiste em conectar a tubulação em circuito com o pólo negativo de um gerador de corrente contínua, cujo pólo positivo se conecta a ânodos enterrados. O potencial elétrico na tubulação fica inferior ao potencial do solo e assim as correntes elétricas passam a mover-se do solo até a tubulação, desta forma, funciona como cátodo e não sofre corrosão.	–
DESCARGAS DE CORRENTES ELÉTRICAS EXTRAVIADAS PELO SÓLO		Processo de proteção da tubulação contra a ação das correntes extraviadas, através da descarga das mesmas até condutores metálicos enterrados nas proximidades e	Condutores de aço o zinco

	conectados às linhas por meio de condutores isolados.	
TRATAMENTO DA ÁGUA A SER CONDUZIDA	Processo de proteção da tubulação contra a corrosão interna, baseando-se em adaptar os valores de oxigênio dissolvidos, gás carbônico, pH e os demais fatores de corrosão a valores mais baixos.	—

### 3.4.5.9 - Caixa Quebra Pressão

Dispositivo empregado para quebrar a pressão em linhas por gravidade que apresentam grande desnível (**Figura 3.43**).



**Figura 3.43** - Linha Gravitária sob Pressão Com Caixas Quebra Pressão

## 3.5 - CONCEITOS – RESERVATÓRIOS (OU TANQUES DE ARMAZENAMENTO)

### 3.5.1 - Definição

No Sistema de Água, é a instalação destinada ao armazenamento de água para manter o normal abastecimento em períodos de maior consumo ou por um determinado lapso, em eventuais interrupções do sistema.



### **3.5.2 - Finalidades dos Reservatórios de Armazenamento**

#### *3.5.2.1 - Quantidade de Água*

O reservatório permite armazenar a água para atender as variações de consumo e demandas de emergência do sistema.

##### a) Atendimento das variações de consumo

O consumo de água de um sistema não é constante, variando durante o transcurso do dia. A colocação do reservatório entre as unidades de produção e as unidades de distribuição, permite ter um fluxo constante nas diversas unidades do abastecimento da água (tomada de água, linha por recalque, estação de tratamento de água, linha de condução por gravidade, etc.).

Essas unidades devem ser dimensionadas para obter a vazão média do dia de maior consumo; já quanto à rede de adução, esta deve ser dimensionada para obter a vazão máxima da hora de maior consumo.

##### b) Atendimento das demandas de emergência

O reservatório permite o contínuo abastecimento da rede de adução, quando ocorrem interrupções no abastecimento de água, em caso de acidente em unidades do sistema de produção/bombeamento ou em certos tramos da própria rede de adução.

Nesses casos, para que o reservatório não interrompa o abastecimento de água, deve prever-se no cálculo de sua capacidade, um volume correspondente ao volume de consumo do sistema durante o período estimado da interrupção (geralmente, horas). Caso contrário, o abastecimento será interrompido assim que o reservatório ficar vazio.

Ademais, é necessário prever qual é o intervalo de tempo necessário para ativar a unidade acidentada e conseqüentemente determinar o volume correspondente no reservatório.

Às vezes, os reservatórios devem armazenar um volume de água para casos de incêndios e, neste caso, deve ser acrescido o respectivo volume ao valor antes determinado.

Algumas demandas especiais podem elevar o custo dos reservatórios e das adutoras de distribuição, como o caso de clubes-campestres ou balneários.

### 3.5.2.2 - Melhora das Condições de Pressão

A localização dos reservatórios de distribuição pode influir nas condições de pressão da rede de adução, principalmente, reduzindo a variação da pressão em certas zonas. Quando são localizados junto às zonas de maior consumo, nas proximidades de lugares onde existem edifícios e instalações que requerem ser protegidas contra incêndios ou nas proximidades dos “centros de consumo”, possibilitam uma melhor distribuição de água e melhores condições de pressões nas tomadas d’água pela redução das oscilações de pressão na adutora.

A localização de um reservatório junto a uma estação de recalque que o alimenta, permite o funcionamento do equipamento com altura manométrica constante, possibilitando o máximo rendimento para os conjuntos motor-bomba.

Quando existe a necessidade de um reservatório elevado para garantir as pressões adequadas na rede de adução, se pode dividir o volume de água entre o reservatório elevado e um reservatório enterrado ou apoiado. Uma estação elevatória bombeará a água do reservatório enterrado até o reservatório elevado.

As vazões incrementais de dimensionamento de um sistema de recalque seriam:

- a) Recalque com capacidade suficiente para atender a vazão do dia e hora de maior consumo da rede de adução:

$$Q_{\max} = \frac{k_1 k_2 P Q}{86400}$$

- b) Recalque com a vazão média do dia de maior consumo:

$$Q = \frac{k_1 P q}{86400}$$

Em ambos os casos, a relação entre os volumes dos reservatórios elevado e apoiado (ou enterrado) poderia ser:

- c) O reservatório elevado poderia ter uma capacidade pequena, apenas o suficiente para manter um nível de água que permita pressões adequadas na adutora. Todo o volume de água para o consumo do sistema estaria no reservatório enterrado ou apoiado.
- d) O reservatório elevado poderia ter a capacidade necessária para atender a demanda do sistema. O reservatório enterrado seria apenas o receptor da água conduzida e serviria de poço de sucção para o sistema de recalque.

Nas duas expressões:

$k_1$  = coeficiente do dia de maior consumo

$k_1$  = coeficiente da hora de maior consumo

P = população do sistema

q = quota per cápita

### 3.5.3 - Tipos

Se apresenta a continuação, o **Quadro 3.11** de possibilidades dos tipos de reservatórios em função de determinadas características:

**QUADRO 3.11 - TIPOS DE RESERVATÓRIOS EM FUNÇÃO DE DETERMINADAS CARACTERÍSTICAS**

CARACTERÍSTICA	TIPO
Localização no Sistema	Reservatórios de Montante (cotas altas) Reservatórios de Jusante (cotas baixas)
Localização no Terreno	Reservatórios Enterrados Reservatórios Semi-enterrados Reservatórios Apoiados Reservatórios Elevados
Material	Alvenaria Concreto Armado Concreto Protendido Aço PRFV

### 3.5.4 - Partes Componentes

**QUADRO 3.12 - PARTES COMPONENTES DE UM RESERVATÓRIO**

<b>PARTE COMPONENTE</b>	<b>FUNÇÕES</b>
Compartimentos divisórios (reservatório não elevado)	Permitir o funcionamento independente de cada compartimento quanto à limpeza, desinfecção a manutenção.
Tubulação de entrada	Uma para cada unidade, provida de válvula para o isolamento da unidade.
Tubulação de passagem direta “by pass”	Uma para o reservatório, provida de válvula para fechamento em operações normais. Permite a operação com o reservatório isolado do Sistema.
Tubulação de saída	Uma para cada unidade, provida de válvula para o isolamento de cada unidade. Usualmente a saída é pelo fundo, com um desnível de 5 a 10 cm. Proteção da saída com grade ou peneira.
Tubulação de extravasamento	Uma para cada unidade. Descarga direta sem válvulas ao ar livre ou em tubulação de descarga.
Tubulação de descarga	Uma para cada unidade, provida de válvula. Conexão no fundo do reservatório da mesma forma que a tubulação de saída. Proteção da descarga com grade ou peneira.
Abertura para inspeção	Inspeção localizada e protegida.
Escada de acesso	Oferecer segurança aos operadores, especialmente no caso de reservatórios elevados.
Cobertura do reservatório	Impedir ao máximo a iluminação natural do interior do reservatório, evitando o desenvolvimento de algas.
Dispositivo de ventilação	Evitar pressões diferenciais perigosas na estrutura do reservatório.
Sinalização de reservatórios elevados	Proteção à navegação aérea.

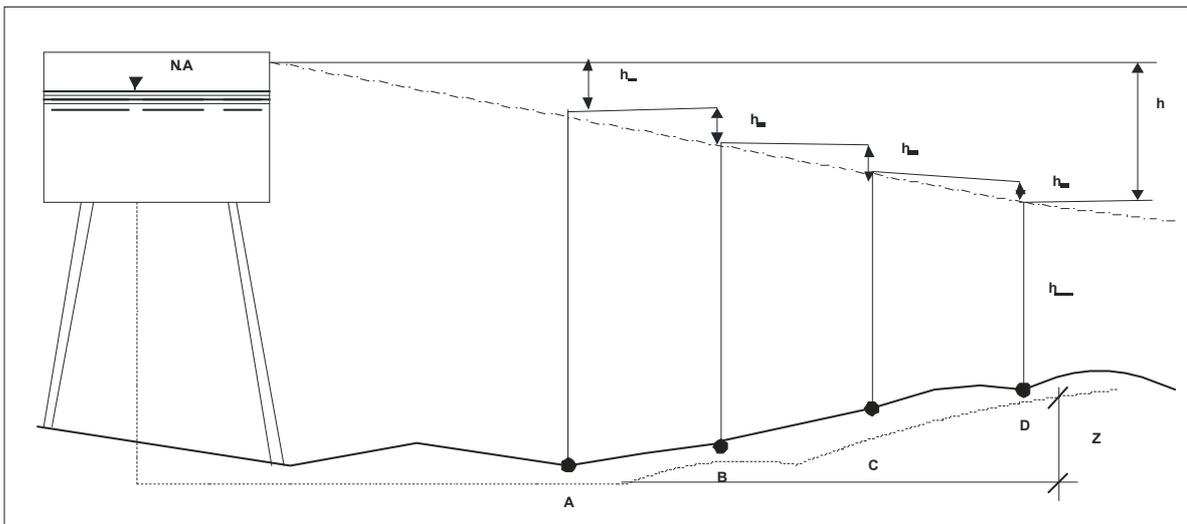


PARTE COMPONENTE	FUNÇÕES
Proteção das tubulações de descarga e tubulações de extravasamento	Evitar a contaminação dos reservatórios, protegendo-os do retorno de águas servidas ou entrada de animais.
Proteção de descargas elétricas	Pára-raios

### 3.5.5 - Influência da Posição do Reservatório em Relação à Rede de Adução

#### 3.5.5.1 - Posição do Reservatório em Nível

Para determinar a posição do reservatório em nível, se parte dos pontos mais desfavoráveis do terreno, devendo conhecer sua localização e as perdas de carga nos diversos tramos da rede de adução (**Figura 3.44**).



**Figura 3.44** - Nível de um Reservatório em Relação aos Pontos de Consumo

O nível de água será determinado a partir da expressão:

$$NA = Z + h + h_{min}$$

onde:

Z = nível do terreno em um ponto desfavorável

h = perda de carga no fluxo da água desde o reservatório até o ponto mais desfavorável

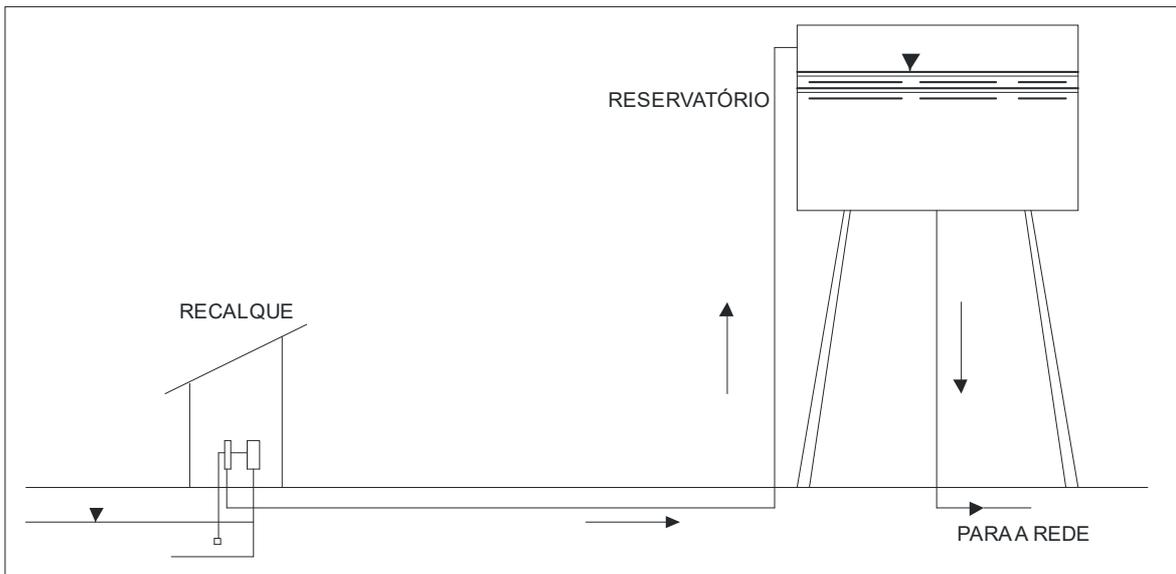
$h_{min}$  = pressão disponível mínima requerida na rede de adução.

### 3.5.5.2 - Influência do Reservatório na altura Manométrica

Podem ser considerados dos (2) casos:

- a) A linha de recalque está separada da tubulação principal da adutora e ingressa no ponto mais alto do reservatório (**Figura 3.45**).

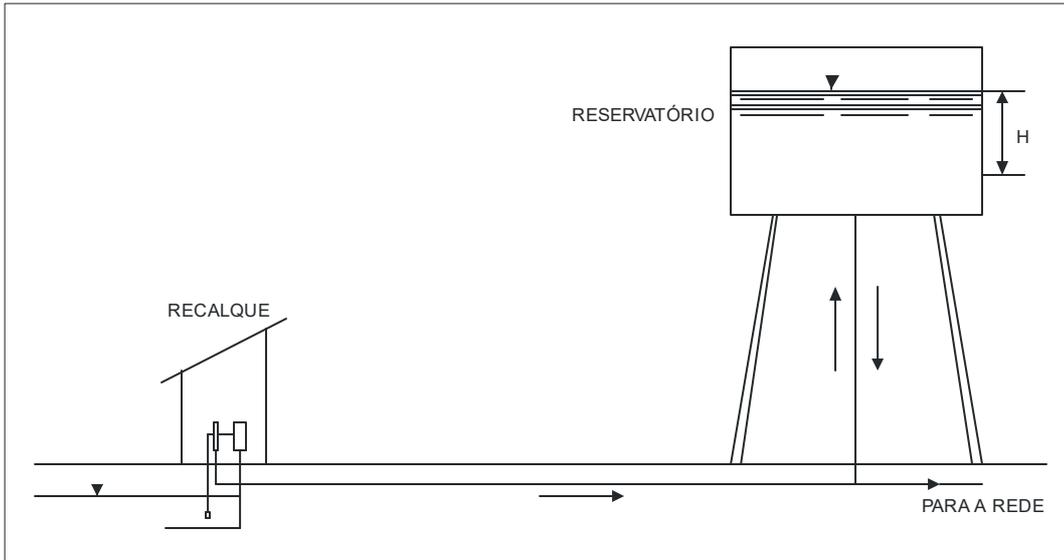
A Altura manométrica é constante. Os conjuntos motor-bomba podem ser escolhidos para funcionamento com o máximo rendimento possível.



**Figura 3.45** - Reservatório de Montante - Linha de Recalque Separada da Tubulação Principal

- b) A linha de recalque está conectada à tubulação principal da rede de adução e ingressa no reservatório no ponto mais baixo (**Figura 3.46**).

A Altura manométrica terá influência na variação  $H$  do nível de água no reservatório.



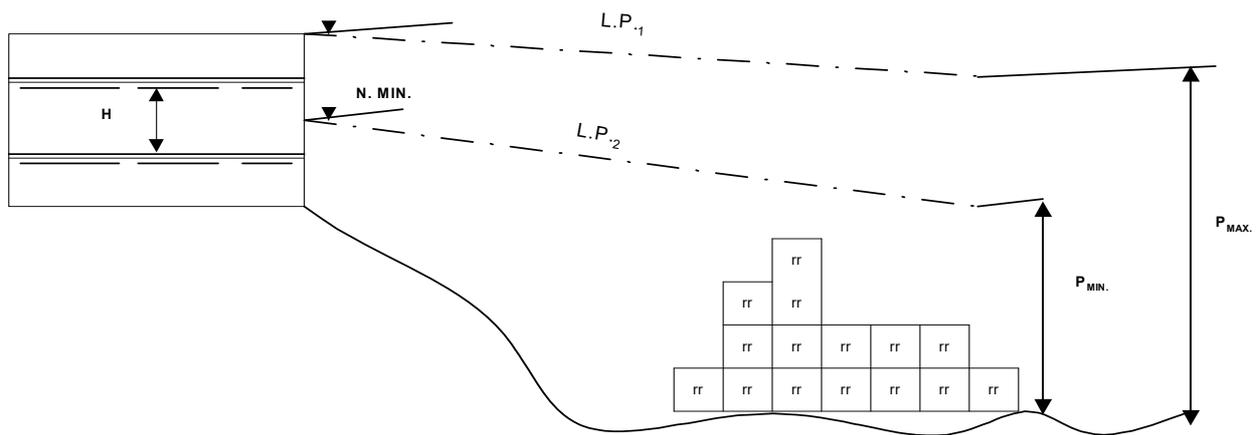
**Figura 3.46** - Reservatório em Linha - Linha de Recalque Conectada à Tubulação Principal

### 3.5.5.3 - Influência da Altura de Água Armazenada

A operação de um reservatório em que a altura da água armazenada é grande, poderá influir na variação das pressões na rede de adução.

A **Figura 3.47** mostra que  $LP_1$  representa a linha piezométrica extrema na hora de menor consumo e  $LP_2$  representa a linha piezométrica na hora de maior consumo.

Se  $H$  é elevado, a variação das pressões será ligeiramente maior.



**Figura 3.47** - Linha Piezométrica na Hora de Menor e Maior Consumo

### 3.6 - CONCEITOS – MACROMEDIÇÃO

#### 3.6.1 - Definição

É o conjunto de atividades permanentes com equipamentos e dispositivos para obter, analisar e divulgar os dados de rotina do sistema de água relativo a vazões, volumes, pressões e níveis de água.

#### 3.6.2 - Variáveis Hidráulicas Envolvidas

Para a operação da macromedição, se devem aplicar três variáveis hidráulicas: vazão / volume, pressão e nível.

A medição da vazão e/ou volume permite avaliar o comportamento do sistema em função de sua configuração física e em função das demandas de água.

A pressão é a variável que possibilita identificar a falta ou disponibilidade de água em certo ponto do sistema.

A medição do nível permite que se efetuem operações de rotina nos reservatórios.

#### 3.6.3 - Variáveis e Pontos de Medição

A continuação, se apresenta o **Quadro 3.13** de Variáveis, Pontos de Medição e Frequência de Aquisição de Dados.

**QUADRO 3.13 - VARIÁVEIS, PONTOS DE MEDIÇÃO E FREQUÊNCIA DE AQUISIÇÃO DE DADOS DE MACROMEDIÇÃO**

UNIDADE	VARIÁVEL	PONTO DE MEDIÇÃO	FREQUÊNCIA DE AQUISIÇÃO DE DADOS
Linhas de Condução e Recalque	Vazão Pressão	Início de cada linha Jusante do ponto de medição da vazão Pontos baixos da linha	Contínua ou mediante solicitação Mediante solicitação
Reservatórios	Nível de água Vazão de entrada E/ou Vazão de saída	Reservatório	Horário ou com a periodicidade definida no plano de operações



Rede de adução	Vazão Pressão	Entrada de cada setor / sub-setor de abastecimento Nós das linhas principais Pontos mais altos e mais baixos.	Horário ou com a periodicidade definida no plano de operações Mediante solicitação
Todos os componentes	Estado ou ocorrências significativas nas instalações e equipamentos	---	Quando hajam modificações no estado do equipamento

### 3.7 - METODOLOGIA PARA O DIMENSIONAMENTO DE EQUIPES DE TRABALHO DA MANUTENÇÃO DA ADUTORAS

#### 3.7.1 - Metodologia Para o Dimensionamento de Equipes de Trabalho Móveis

##### 3.7.1.1 - Condicionantes

Na continuação se apresenta temas considerados significativos no dimensionamento de equipes de trabalho móveis, cujas definições incidem diretamente na quantidade de serviços, nos tempos médios estabelecidos de execução e na definição de prioridades.

Desta forma a COGERH deverá analisar com muito critério os aspectos tratados, para que o dimensionamento a ser elaborado corresponda e atenda às suas necessidades de curto e médio prazo.

##### a) Atenção à Legislação Vigente

Todos os aspectos legais que se relacionam com os serviços de manutenção de adutoras, deverão ser identificados e atendidos.

##### b) Atenção a Políticas e Normas Internas

Os aspectos relacionados com as Políticas e Normas Internas da COGERH deverão ser identificados e discutidos, analisando-se o grau de aplicação ou a necessidade de adaptações.

##### c) Serviços por Terceiros

A possibilidade de execução de todos ou alguns serviços de manutenção de adutoras por terceiros deve ser considerada e no caso de ser esta a opção da COGERH, deverá ser



considerada no dimensionamento das Equipes de Trabalho Móveis.

d) Planos de Expansão de Prestação de Serviços

Se deve verificar a previsão de expansão de serviços mediante os planos de obras ou por absorção de sistemas (em curto e médio prazo), assim como planos internos da Empresa que demandem carga adicional de serviços (ex.: setorização, macromedição, etc.).

e) Adequação de Recursos Humanos Disponíveis

O trabalho de adequação dos recursos humanos disponíveis pode resultar em uma possível redução de pessoal. Neste caso, na etapa de Implantação, deverá ser analisada a oportunidade desta adequação, pela própria COGERH.

Outro aspecto a considerar-se diz respeito à jornada de trabalho, muito variada.

f) Medição

Esta atividade inclui a manutenção, instalação e/ou substituição rotineira de medidores.

Não se deve considerar no dimensionamento do equipamento demandas reprimidas ou planos de instalações e substituições, para evitar superdimensionamentos.

g) Comercialização de Novos Serviços

Na atividade de comercialização podem surgir propostas de prestação de serviços novos, devendo também serem consideradas no dimensionamento.

h) Metas de Manutenção

O estabelecimento de prioridades na execução de serviços define uma das metas da manutenção. Se o nível de interesse for o de incluir a maioria dos serviços como sendo urgências, obviamente deverão existir mais equipes disponíveis.

Uma das alternativas para este nível de atendimento é, por exemplo, a utilização das equipes em um segundo turno de trabalho.

Outros aspectos que devem considerar-se são a utilização de novas técnicas, metodologias executivas e o emprego de novos materiais.

A pesar de que alguns serviços não são caracterizados como de manutenção, como é o caso de pequenas extensões de adutoras, existirão equipes aptas para eventuais execuções, uma vez que dispõem de mão de obra e equipamentos para serviços similares.

De acordo ao apresentado no item referente aos níveis de atuação, deverão ser analisados e considerados os serviços que, a futuro, possam ser executados a nível Central, Regional e Local.

i) Prevenção Contra Riscos Pessoais

O uso de equipamentos específicos para substituição do trabalho humano poderá definir um critério para a determinação do método de trabalho, devendo, portanto, ser analisado.

j) Aspectos Gerais

Outros pontos de interesse que devem ser analisados e considerados são:

- Indisponibilidade dos equipamentos adequados
- Limitações no uso de equipamentos
- Limitações da metodologia de trabalho
- Possibilidade de aluguel ou outro meio para dispor de veículos e equipamentos
- Dificuldades na assistência técnica, sobressalentes e carência de mão de obra especializada.

k) Disponibilidade Financeira

Obviamente este é um aspecto fundamental que deve ser considerado, uma vez que interfere em maior ou menor grau em quase todos os demais itens já apresentados.

Desta forma a COGERH deverá ter bem definida sua disponibilidade financeira, de modo que uma vez concluído o dimensionamento, se tomem as devidas providencias quanto aos recursos humanos e materiais necessários.

*3.7.1.2 - Parâmetros a Adotar*

Para determinar a quantidade de equipes de trabalho, será necessário que a COGERH fixe alguns parâmetros operacionais que serão utilizados. São eles:



a) Quantidade de dias de trabalho por mês

Deverá estipular-se uma quantidade média de dias, nos quais se terá trabalho normal, para um mês calendário.

Se deve definir também, se os sábados, domingos e feriados serão considerados dias úteis ou se trabalhará só em casos de emergência.

b) Jornada de Trabalho

A jornada de trabalho atenderá os limites estabelecidos nas normas legais vigentes e acordos sindicais estabelecidos.

c) Porcentagem por Dificuldades

Deverá ter-se uma previsão de situações com maiores possibilidades de suceder, simultaneamente ou não, e que não estão consideradas nos tempos não produtivos, por tratar-se de problemas a nível institucional.

Se pode mencionar como exemplos: carência de veículos e equipamentos, demora em aquisição de materiais e ferramentas, ocorrências com reposição de mão de obra, fenômenos naturais, etc.

Esta porcentagem normalmente é fixada entre valores de 10 a 20%, devendo, no entanto, ser ajustada na COGERH.

*3.7.1.3 - Quantificação de Serviços Mensais*

Utilizando a tabela de nomenclaturas de serviços solicitados e executados, se deverá identificar a carga mensal de cada tipo de serviço.

Para definir as quantidades admitidas, se propõe ter em conta duas situações: dados históricos e projeções.

a) Dados Históricos

Se deverá revisar os registros históricos da quantidade de serviços solicitados e as respectivas execuções.

Se recomenda, no possível, obter informação dos últimos seis meses como mínimo,

eliminando as quantidades discrepantes e calculando-se a média dos valores restantes.

Os números obtidos deverão ser analisados estritamente sob os seguintes aspectos:

- Confiabilidade nos registros
- Demanda reprimida
- Duplicação na solicitação de serviços por atraso na execução
- Ocorrências não usuais.

Para que os valores de dados do histórico sejam válidos é necessário aplicar a experiência e o bom senso das pessoas que integram a Manutenção de Adutoras, para compará-los com os números obtidos depois de análise minuciosa.

#### b) Projeções

Seguindo as recomendações apresentadas nos Condicionantes, se deverão projetar as quantidades de serviços a executar usando a mesma tabela de nomenclatura utilizada para o reconhecimento do histórico.

#### c) Quantidades mensais a empregar-se

Imediatamente depois de obter as quantidades históricas e das projeções, se deverão definir os valores a usar no dimensionamento.

Uma vez mais deverá prevalecer o bom senso dos elementos responsáveis pela Manutenção de Adutoras, porque desta quantidade poderia resultar um sub ou super dimensionamento da estrutura, com as consequências correspondentes a cada uma delas.

#### *3.7.1.4 - Metodologia de Cálculo para as Equipes Móveis*

Se pode quantificar o número de equipes com a quantidade de serviços adotados, com seus respectivos tempos padrão, tempos de deslocamentos e tempos não produtivos, assim como todos os parâmetros fixados.



a) Cálculo de Tempos

a.1) Produtivo (TP)

A carga mensal por tipo de equipe móvel se obterá da somatória do produto de cada tipo de serviço por seu respectivo tempo padrão adotado.

A fórmula empregada será:

$$TP \text{ (por tipo de equipe)} = \Sigma (\text{serviço} \times \text{tempo padrão})$$

a.2) Deslocamento (TD)

A carga mensal referente aos deslocamentos se obterá da somatória dos produtos da quantidade de serviços por cada tipo de equipe pelo tempo médio de cada deslocamento.

$$TD \text{ (por tipo de equipe)} = \text{Quantidade de Serviços} \times \text{Tempo Médio de Deslocamento}$$

a.3) Não Produtivos (TNP)

A carga mensal por tipo de equipe será a aplicação da porcentagem empregada sobre a somatória dos tempos produtivos e dos tempos de deslocamentos.

$$TNP \text{ (por tipo de equipe)} = \% \times (TP + TD)$$

a.4) Total (TT)

O tempo total o a carga total mensal que se utilizará no dimensionamento se obterá da somatória dos tempos produtivos, deslocamentos e não produtivos.

$$TT \text{ (por tipo de equipe)} = TP + TD + TNP$$

b) Determinação da Quantidade de Equipes de Trabalho

b.1) Cálculo

Uma vez definida a carga total mensal por tipo de equipe e tendo conhecimento da jornada mensal, se pode obter o número representativo da quantidade de cada tipo de equipe, mediante a divisão do primeiro pelo segundo.

A jornada mensal é o produto que se obtém entre a jornada e a quantidade de dias úteis no mês, fixados no item Parâmetros.

A equação para o cálculo do número de equipes é a seguinte:

$$\text{No. Equipes (por tipo)} = [\text{Tempo Total TT} * (1 + \% \text{ Dificuldades}) / (\text{Dias de Trabalho} * \text{Jornada})]$$

b.2) Quantidades mensais a empregar-se

É necessário converter em números inteiros as quantidades, logo de fazer os cálculos numéricos de vários tipos de equipes.

Para que esta atividade seja executada com critério se deverá observar algumas regras, como as que se apresentam a continuação (**Quadro 3.14**):

- Se converterão as quantidades decimais em números inteiros, quando a parte decimal não ultrapasse  $\pm 10\%$  de um dos dois números inteiros limites.

Exemplo:

**QUADRO 3.14 - CRITÉRIOS DE CONVERSÃO DE DECIMAIS A INTEIROS**

N° CALCULADO	N° LIMITES		APLICAÇÃO
	INFERIOR (%)	SUPERIOR	
1,7	1 (70%)	2 (15%)	-
1,8	1 (80%)	2 (10%)	Aplicar - 2
2,1	2 ( 5%)	3 (30%)	Aplicar - 2
3,5	3 (17%)	4 (13%)	-
4,5	4 (12,5%)	5 (10%)	Aplicar - 5

- Quando a parte decimal do N° calculado para as Equipes ultrapassar os 10%, o arredondamento deverá aplicar-se para o número menor e a carga referente à parte decimal deverá ser considerada pelas equipes que executarão serviços mais complexos.
- Para o caso das Equipes de Serviços Complementares valem os mesmos critérios.
- Quando não se concilie o N° de Equipes em função de uma indisponibilidade de mão de obra ou outras causas, se deverá analisar os impactos negativos na operação, na



imagem da empresa, assim como nos prazos de execução dos serviços e no custo financeiro, para a tomada de decisão com relação ao número de equipes ou a contratação adicional por terceiros.

### **3.7.2 - Critério de Dimensionamento para a Programação, Controle e Almoxarifado**

Ademais de alcançar um correto dimensionamento de recursos para as Equipes de Trabalho Móveis, é necessária uma atenção especial para adequar as etapas de programação e controle da execução de serviços, assim como do armazenamento de materiais.

A quantificação de recursos humanos está diretamente relacionada ao número de equipes de trabalho, não existindo até o momento uma metodologia não matemática para o dimensionamento de mão de obra.

A experiência prática em empresas prestadoras de serviços de água no Brasil demonstrou que se requer como mínimo um (1) empregado na programação e controle e um (1) empregado para o armazenamento.

Os recursos materiais não informatizados, que são necessários para o desenvolvimento dos trabalhos, são os seguintes:

- Quadro metálico magnetizado.
- Planta do sistema em escala apropriada.
- Imãs de tamanhos e formas diversas.
- Equipamento de Rádio.
- Telefone.
- Painel de parede para anotações.
- Quadro acrílico.
- Computador e impressora
- Materiais e móveis básicos de escritório.



### **3.8 - EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO**

#### **3.8.1 - Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC)**

A função dos EPC é eliminar as condições inseguras existentes no local de trabalho, sendo uma atribuição do encarregado pela equipe móvel manter suas condições operativas e de conservação. Assim como, o encarregado da equipe é responsável pela instalação desses equipamentos no local de trabalho.

##### **a) Material de Sinalização**

Os materiais de sinalização mais utilizados são as placas indicativas de madeira ou aço, grade metálica, fitas de plástico, cones de plástico, cavaletes de madeira, cerca de madeira, etc.

Para sinalização noturna se recomenda o uso de sinalizadores elétricos, lâmpadas protegidas por balde ou lata de fogo com utilização de óleo diesel queimado.

É importante que o material de sinalização seja utilizado de forma correta, respeitando-se as limitações locais de visibilidade (curvas, acessos, costas, lombadas) e condições de tráfico de pedestres e veículos.

##### **b) Protetores de carroceria de veículos**

##### **c) Proteção das partes móveis de maquinarias e equipamentos**

#### **3.8.2 - Equipamentos de Proteção Individual (EPI)**

Os EPI servem para proteger as partes do corpo do trabalhador que podem estar expostas a riscos de acidentes que poderiam surgir durante a execução do trabalho.

A responsabilidade pelo uso do equipamento é do próprio trabalhador. Corresponde ao encarregado do equipamento controlar, orientar e fazer cumprir os Regulamentos de Segurança do Trabalho da COGERH com respeito ao uso obrigatório dos equipamentos de proteção, tais como:

- Capacete
- Botas de borracha ou PVC, de vários tamanhos
- Calçado de segurança com ponta de aço



- Óculos de segurança
- Protetor auricular
- Protetor contra chuva
- Colete fosforescente
- Luvas de fibra resistente e de bom material.

Os acidentes de trabalho podem ser evitados na medida em que todos assumam a responsabilidade de respeitar as normas e instruções, conheçam e apliquem os procedimentos corretos na execução de serviços, utilizem os equipamentos de proteção, apresentem sugestões para melhorias das condições de segurança, etc.

### **3.9 - LISTA DE RECURSOS MATERIAIS**

#### **3.9.1 - Recursos Materiais Para a Operação**

Na continuação se apresenta uma lista de materiais necessários, os quais deverão estar disponíveis para que a operação seja executada de acordo a uma técnica apropriada (**Quadro 3.15**).

#### **3.9.2 - Recursos Materiais Para a Manutenção**

Se apresenta a continuação, como sugestão, uma listagem de recursos materiais necessários que deverão estar disponíveis para que os serviços sejam executados de acordo a uma técnica apropriada (**Quadro 3.16**).

### **3.10 - CONCEITUAÇÃO DAS METODOLOGIAS DE MANUTENÇÃO ELETROMECCÂNICA**

#### **3.10.1 - Introdução**

Embora este manual não tenha por objetivo específico a manutenção eletromecânica, faz-se necessário uma abordagem desta, ao menos conceitual. É que, por parte das adutoras operadas e mantidas pela COGERH serem de grande porte e complexidade, estas possuem equipamentos eletromecânicos sofisticados e às vezes de grande porte.

Entretanto, há procedimentos específicos para a manutenção eletromecânica, que devem ser realizados por equipes próprias. Conforme já foi citado, às equipes de manutenção de adutoras cabe, exclusivamente, a manutenção da tubulação, das válvulas, ventosas e outros

acessórios no campo, e da substituição destas no campo, além, é claro, das obras civis dispersas ao longo das adutoras. Sempre que uma válvula ou dispositivo tiver que ser desmontado para ser reparado em oficina, a atribuição das equipes de manutenção de adutoras limita-se à desmontagem, transporte e entrega à oficina, e logo à retirada da oficina, transporte e montagem do equipamento reparado.

### 3.10.2 - Critérios Técnicos de Avaliação da Manutenção Eletromecânica

Existem diversos critérios técnicos e econômicos para a avaliação da atividade de manutenção eletromecânica. Destes, os critérios de Disponibilidade, de Confiabilidade e de Qualidade são os mais importantes.

**QUADRO 3.15 - RECURSOS MATERIAIS PARA A OPERAÇÃO**

DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE
<b>1. VESTUÁRIO E EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO</b>		<b>(por cada empregado)</b>
Calçado de segurança	1	1
Luvras de couro, punho curto	1	1
Capacete	1	1
Capa impermeável com touca	1	2
Macacão	1	1
Colete fosforescente	1	1
<b>2. FERRAMENTAS MANUAIS</b>		<b>(por Equipe)</b>
Marreta de 1,5 kg	1	1
Alicate universal	1	1
Pé de cabra de aço 1" x 1.50m	1	1
Vareta para sondagem	1	1
Chave Stilson - 12"	1	1
Barra especial para levantar tampas	1	1
Picareta	1	1
Chave de válvula	1	2
Chave de válvula com braços	1	1
<b>3. UTENSILHOS</b>		<b>(por Equipe)</b>
Caixa de ferramentas	1	1
Cadeado master	1	1
<b>4. APARELHOS</b>		<b>(por Equipe)</b>
Trena (10m)	1	1
Manômetro até 100 m.c.a.	1	1

DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE
<b>5. EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS</b>		<b>(Total)</b>
Caminhonete Pick-up (dupla cabina)	1	1
Rádio comunicação para carro	1	1
<b>6. EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA</b>		<b>(Total)</b>
Cones de sinalização	-	2
Placa de sinalização	-	2
Postes de segurança	-	2

**QUADRO 3.16 - RECURSOS MATERIAIS PARA A MANUTENÇÃO**

DESCRIÇÃO	EQUIPE DE TRABALHO				
	A1	A3	A5	C3	C4
<b>1. VESTUÁRIO E EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO</b>					
Botas de Borracha ou PVC	1	3	5	3	4
Calçado de Segurança	1	3	5	3	4
Luvas de couro, punho longo e curto	1	3	5	3	4
Capacete	1	3	5	3	4
Capa Impermeável com Touca	1	3	5	3	4
Macacão	2	6	10	6	8
Protetor Facial	-	-	2	-	-
Óculos de Segurança	-	-	2	3	-
Protetor Auricular	-	-	-	3	-
Colete fosforescente	-	3	5	3	4
<b>2. FERRAMENTAS MANUAIS</b>					
Arco de serra	1	1	2	-	-
Raspador de 14"	1	1	1	-	-
Lima de 14"	1	1	2	-	-
Marreta 1,5 Kg	1	1	1	-	1
Marreta 5,0 Kg	-	1	2	-	2
Chave de Fenda Plana Média	1	1	2	-	-
Chave de Fenda Plana Grande	-	1	2	-	-
Alicate Universal	1	1	2	-	1
Pé de Cabra de aço 1" x 1,50 m	1	1	2	-	1
Vareta para sondagem	1	1	1	1	1
Martelo	1	1	1	-	1



DESCRIÇÃO	EQUIPE DE TRABALHO				
	A1	A3	A5	C3	C4
Ponta de Aço 1" x 12"	1	1	1	1	2
Chave Stilson - 12"	2	2	4	-	-
Chave Stilson - 18"	2	2	4	-	-
Cinzel 1" x 16"	1	1	2	-	2
Picareta	1	3	5	-	2
Barra especial para levantar tampa	1	1	1	-	-
Jogo de chave coroa	-	-	1	-	-
Jogo de chave de boca					
Soquete Manual	-	1	2	-	1
Chave francesa 12" (Crescente)	1	2	2	-	-
Chave francesa 10" (Crescente)	1	2	2	-	-
Estopadeira	-	2	2	-	-
Jogo de Calafetar	-	2	2	-	-
Pé de cabra	-	1	1	-	1
Chave corrente	-	1	1	-	-
Prumo	1	1	1	-	1
Serrote	-	-	2	-	2
Pico manual (para pedras)	-	-	-	-	2
Enxada	-	-	-	-	2
<b>3. UTENSILIOS</b>					
Caixa de Ferramentas	1	1	2	1	1
Cadeado Master	1	1	2	1	1
Lata de concretagem	-	-	-	-	2
Cordel de nylon	-	1	1	-	1
Carrinho de mão	-	-	1	-	1
Corda	-	1	1	-	1
Balde	-	2	3	-	2
Esquadro	-	-	-	-	2
Colher de pedreiro	-	-	-	-	2
Desempenadeira	-	-	-	-	2
Nível de Bolha	-	-	-	-	1
<b>4. APARELHOS</b>					
Trena (5 m. / 10 m.)	1	1	2	1	1
Manômetro (0-200 lb/pulg <sup>2</sup> )	1	1	1	-	-



DESCRIÇÃO	EQUIPE DE TRABALHO				
	A1	A3	A5	C3	C4
Tarracha 1/2", 3/4", 1".	-	2	2	-	-
Broca para ferro fundido e dúctil	-	1	2	-	-
Broca para Aço	-	1	2	-	-
Corta Tubo de 2" a 4"	-	1	1	-	-
Corta Tubo de 4" a 6"	-	-	1	-	-
Corta Tubo Diâmetro > 6"	-	-	1	-	-
Tirfor	-	-	1	-	-
<b>5. EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS</b>					
Moto bomba	-	-	1	-	-
Lixadeira Manual	-	-	1	-	-
Equipamento para solda e corte para tubulação de aço	-	-	1	-	-
Gerador de solda	-	-	1	-	-
Veículo leve ou Motocicleta	1	-	-	-	-
Caminhonete pick-up cabine dupla	-	1	-	1	-
Caminhão de 6 t	-	-	1	-	1
Rádio comunicação para carro	1	1	1	1	1
Compressor pneumático	-	-	-	1	-
Martelo pneumático	-	-	-	1	-
<b>6. EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA</b>					
Cones de sinalização	-	3	5	3	3
Placa de sinalização	-	3	5	3	3
Postes de segurança	-	3	5	3	3

a) Disponibilidade

A disponibilidade se define como a aptidão de um equipamento estar operativo e que o permita cumprir uma função nas condições estabelecidas, por um intervalo de tempo dado, supondo que os meios externos estejam garantidos.

O **Quadro 3.17** é uma representação dos tempos importantes para a definição do conceito de Disponibilidade.

**QUADRO 3.17 - TEMPOS IMPORTANTES PARA A DEFINIÇÃO DO CONCEITO DE DISPONIBILIDADE**

TEMPO CALENDARIO (A)				
TEMPO DISPONIVEL (B)		TEMPO INDISPONIVEL (C)		
Tempo de operação	Tempo de indisponibilidade da operação	Tempo de preparação ou espera	Tempo de reparação	Tempo de inatividade da manutenção
B1	B2	C1	C2	C3
MTBF		MTTR		

**MTBF** = Média de Tempo de Bom Funcionamento (*Medium Time Between Failure*). É um parâmetro que oferece uma estimativa da Confiabilidade.

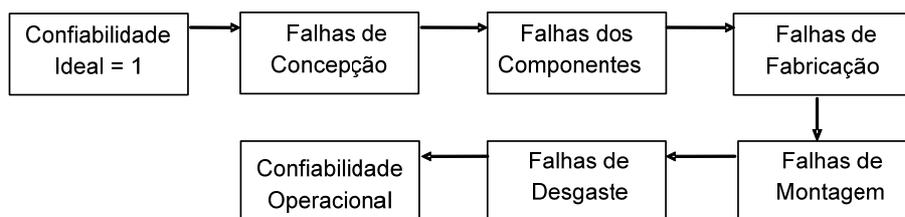
**MTTR** = Média de Tempos Técnicos de Reparação (*Medium Time To Repair*). É o parâmetro que oferece uma estimativa de Manutenibilidade.

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$$

#### b) Confiabilidade

A confiabilidade de um equipamento se expressa pela probabilidade que este venha cumprir uma função requerida em condições de utilização adequada e por um período de tempo determinado.

A confiabilidade operacional de um equipamento se obtém depois de considerar uma série de falhas potenciais, como mostra a **Figura 3.48**, seguinte:



**Figura 3.48 - Diagrama de Confiabilidade**

O tratamento matemático do tema Confiabilidade escapa ao propósito desta Metodologia. Entretanto, em termos práticos, se pode trabalhar com estimativas dos parâmetros de cálculo como, por exemplo, a taxa de falha, o MTBF e as leis estatísticas como a normal e a exponencial mostradas a continuação (**Figura 3.49**).



**Figura 3.49 - Leis Estatísticas para o Cálculo da Confiabilidade**

### c) Qualidade

A atividade de buscar a qualidade na Manutenção Eletromecânica se baseia principalmente em dois processos, que foram a base do desenvolvimento do Japão, apresentado no pós-guerra.

#### c.1) Programa das 5 S's

O nome (5 S's) se deve às iniciais das 5 palavras japonesas no qual se constitui suas atividades:

**Seiri** - Descarte, ou seja, eliminação de tudo o que não seja útil;

**Seiton** - Ordem, ou seja, organizar os meios materiais para que estejam sempre disponíveis com facilidade;

**Seison** - Limpeza, ou seja, limpar o equipamento (pelo próprio operador), com a finalidade de descobrir anomalias e detectar avarias;

**Seitsue** - Limpeza Geral, ou seja, manter o local de trabalho limpo e ordenado;

**Shitezuke** - Disciplina, ou seja, ter estes valores de maneira normal, sem necessidade de supervisão.

### c.2) Abordagem científica

A abordagem científica da qualidade escapa ao propósito desta Metodologia. Este processo inclui Histogramas, Diagramas de dispersão, Diagrama de controle de processo, Diagrama de Pareto, Matriz É / Não É, Diagrama de Causa / Efeito (ou Diagrama de Ishikawa), Fluxograma de processo e Diagrama cronológico.

#### **3.10.3 - Manutenção Preventiva Eletromecânica Informatizada**

A manutenção preventiva dentro da eletromecânica apresenta um conjunto de tarefas bem definidas que deveriam sempre ser tratadas por um processo informatizado.

O tratamento informatizado se inicia com o cadastro dos equipamentos e logo a divisão de cada equipamento em seus componentes; para cada componente se definem as ações de manutenção que os mesmos recebem. Este conjunto Componente + Ação, se constitui numa Tarefa de Manutenção. Um conjunto de tarefas de manutenção para um equipamento, incluindo dados como ferramentas, peças de reposição, normas e padrões, instruções especiais, etc. se constitui no Banco de Esquemas de Manutenção. Desta forma, a emissão de uma O.S. de Manutenção Preventiva se baseia em dois parâmetros básicos:

- Ciclos de Revisão Programada do Equipamento (Periodicidade de Manutenção);
- Banco de Esquemas de Manutenção.

A cada período conforme definido a seguir, o Sistema Informatizado de Manutenção selecionará os equipamentos, conforme sua Periodicidade de Manutenção, e emitirá as Ordens de Serviço de Manutenção Preventiva para os mesmos. A Ordem de Serviço conterá todas as atividades que deverão ser executadas no equipamento, incluindo a relação de ferramentas, peças de reposição, etc.

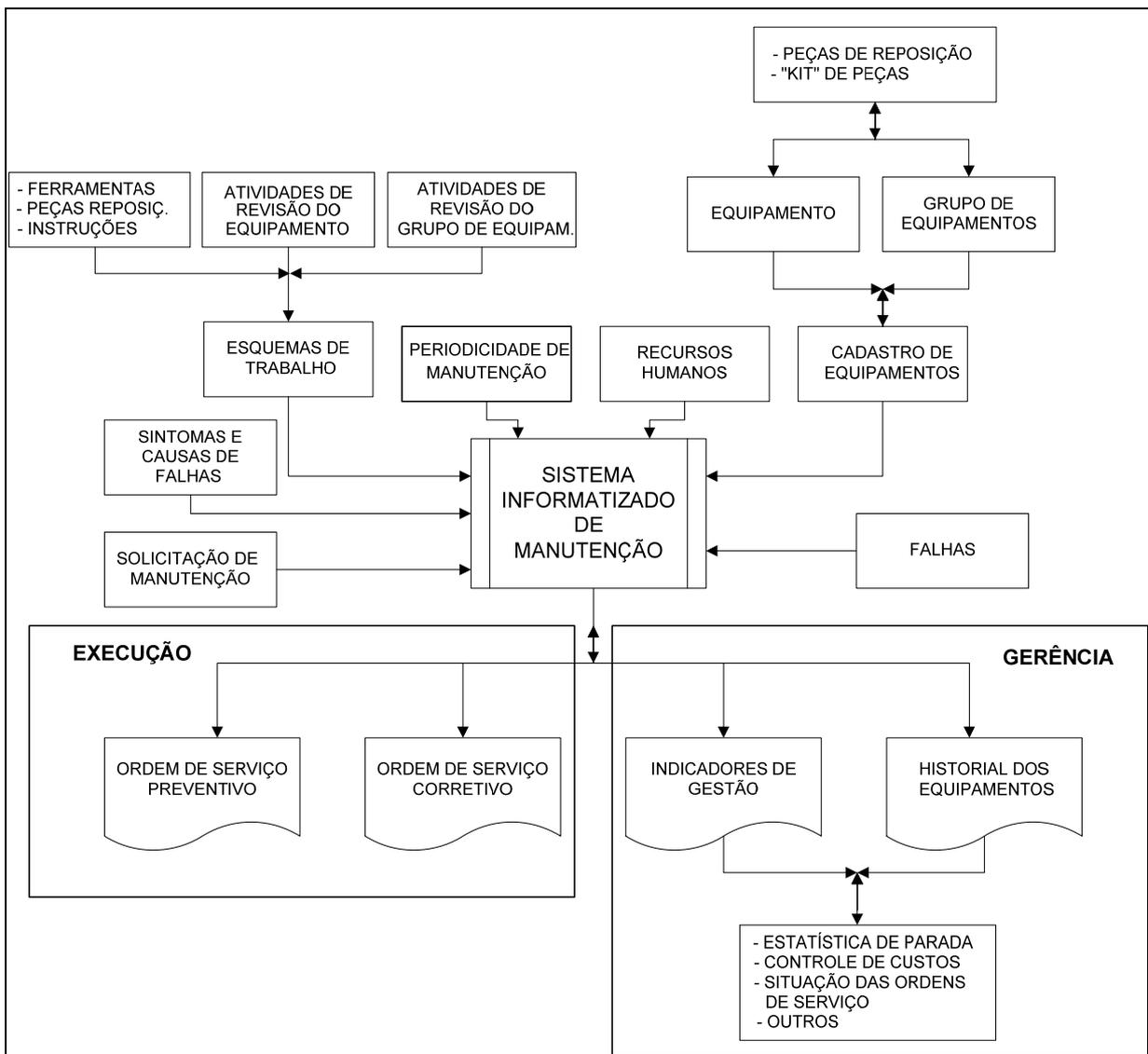
Os Ciclos de Revisão Programada recomendados para ser utilizados na Manutenção Eletromecânica são os seguintes:

- Revisão Semanal, executada cada 7 dias;
- Revisão Mensal, executada na quarta semana do ciclo;
- Revisão Trimestral, executada no terceiro mês do ciclo (12<sup>a</sup>. semana do ciclo);
- Revisão Semestral, executada no sexto mês do ciclo (24<sup>a</sup>. semana do ciclo);

- Revisão Anual, executada no 12º mês do ciclo (48ª. semana do ciclo).

Assim, a cada vencimento de ciclo de um equipamento, automaticamente é emitida a Ordem de Serviço respectiva, com seu Esquema de Manutenção a executar-se.

A **Figura 3.50** representa um sistema básico de gerenciamento informatizado de Manutenção Eletromecânica. Cabe ressaltar aqui que o objetivo deste item é apenas mostrar uma potencialidade a ser explorada, não significando que a Consultora Proponente desenvolverá, fornecerá ou customizará um software para a gestão da manutenção eletromecânica.



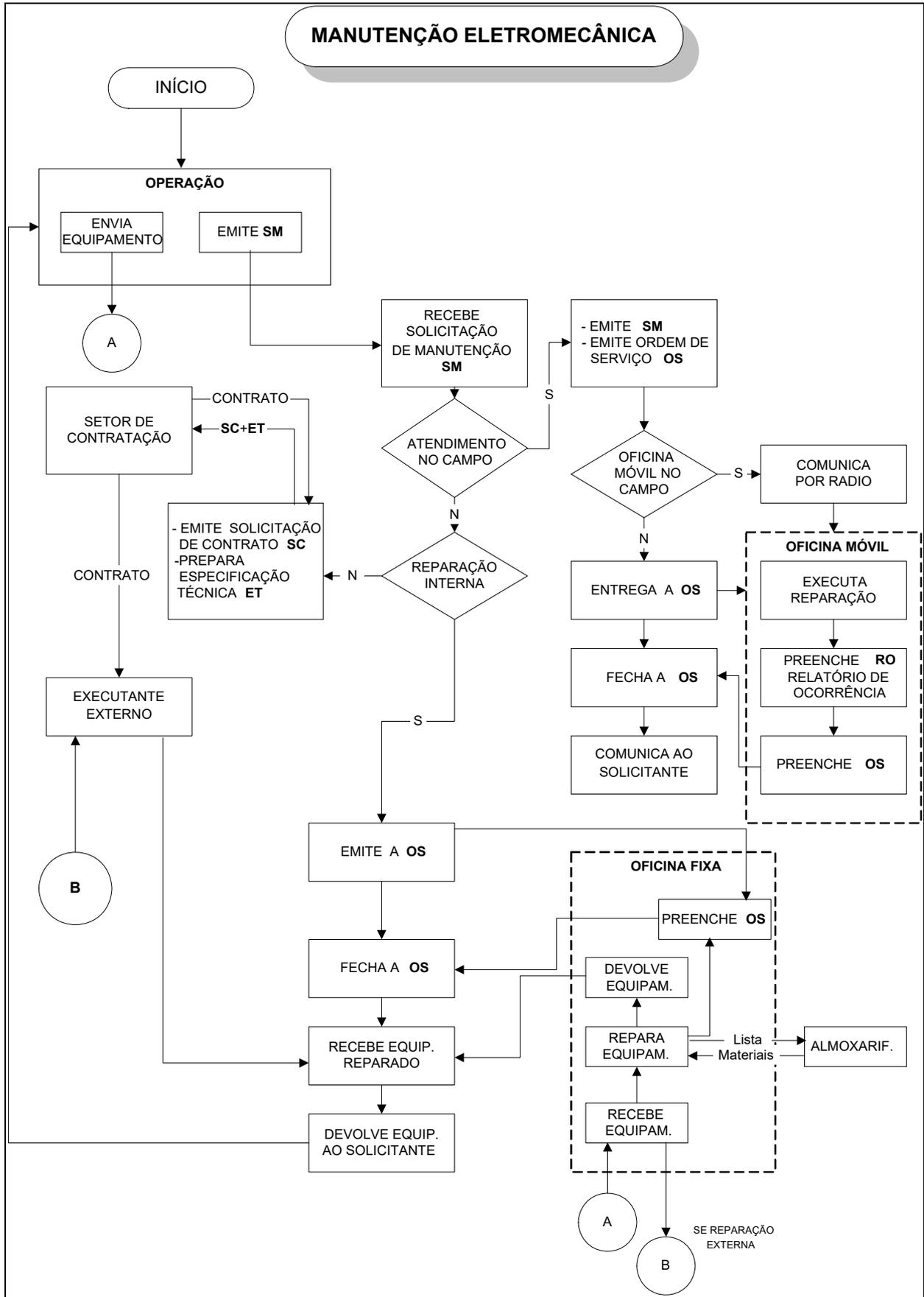
**Figura 3.50 - Sistema Informatizado de Manutenção**



#### **3.10.4 - Procedimentos Específicos de Manutenção Eletromecânica**

Não cabe nesta metodologia a descrição dos processos técnicos de manutenção eletromecânica. No âmbito administrativo, toda e qualquer intervenção inicia com uma Ordem de Serviço, que pode ter sido emitida a partir de uma Solicitação de Serviço. A partir da O.S., se coletam todas as informações relativas à marcha dos serviços. A gestão das atividades se realiza pelo seguimento das O.S. emitidas, seus prazos previstos e reais, quem está executando os serviços, quem solicitou o serviço, quais estão dentro dos prazos, etc.

A **Figura 3.51** a seguir apresenta o fluxograma geral da atividade de manutenção eletromecânica.



**Figura 3.51 - Fluxograma Geral de Manutenção Eletromecânica**



### **3.11 - CONCEITUAÇÃO DAS METODOLOGIAS DE MANUTENÇÃO CIVIL**

#### **3.11.1 - Introdução**

Ao contrário da manutenção eletromecânica, que requer pessoal, ferramentas e procedimentos próprios para a sua realização, a manutenção civil em adutoras deve ser realizada pelas próprias equipes de manutenção de adutoras. Em geral são obras pequenas como casa de válvulas, caixas de válvulas de linha, caixas de válvulas de descarga, caixas de ventosas, etc.

Conceitualmente, não há muita diferença entre manutenção civil e manutenção de adutoras, no entanto, nos tópicos a seguir, faz-se uma abordagem mais específica da manutenção civil, que, evidentemente, aplica-se também à manutenção de obras civis de maior complexidade como casas de bombas, prédios funcionais, etc.

#### **3.11.2 - Conceituação Geral do Funcionamento da Manutenção Civil**

Entende-se por Manutenção Civil todos os trabalhos de reparação e pequenas reformas a ser efetuadas nas instalações e edificações no âmbito de ação da Manutenção.

Também na Manutenção Civil, se aplicam as divisões de Manutenção Corretiva e Manutenção Preventiva.

Como regra geral, a parte mais significativa de intervenções em obras civis ocorrem no nível da Manutenção Corretiva, independente do nível tecnológico da empresa operadora.

Como Manutenção Preventiva Civil se podem considerar, por exemplo, intervenções programadas em tubulações, reparos permanentes de instalações prediais elétricas e hidráulicas, pintura de edificações, cercas, etc., limpeza e capina programada, desassoreamento programado, manutenção do revestimento primário de vias de acesso, etc.

#### **3.11.3 - Classificação e Inventário**

Para o planejamento e controle adequado da manutenção civil é necessário determinar previamente a situação real do funcionamento das instalações e do estado atual das edificações para conhecer o nível de intervenção a ser programado.

Assim, antes de estabelecer um Programa e Plano Geral de Manutenção Civil deverá



executar-se o Inventário Técnico das Instalações e Edificações, com suas características técnicas e condições atuais, para proporcionar os dados necessários à preparação do programa de Manutenção Preventivo.

O Inventário Técnico consiste no registro individual de cada uma das partes do Sistema em fichas técnicas, identificando-os com suas características, localização, data de execução, etc. O início deste trabalho faz-se com os registros atuais de projeto e “as-built”.

#### **3.11.4 - Ordenamento da Manutenção Civil**

Para o exercício eficiente da atividade de manutenção civil, faz-se necessária uma organização adequada, cujas linhas mestras são abordadas a seguir:

##### **a) Itinerário de Serviços**

Trata-se de uma programação dos trabalhos a serem executados, emitida e atualizada diariamente. Em geral consta de um Itinerário e do conjunto de Ordens de Serviços do itinerário. A sequência dos trabalhos deverá ser respeitada, na medida do possível, uma vez que em sua elaboração foram considerados dados que provavelmente não serão de conhecimento da equipe de trabalho. Evidentemente isto não impede modificações que a equipe julgue necessária, desde que o fato seja comunicado à programação.

##### **b) Comunicação**

Para uma melhor assistência e desempenho das equipes de trabalho, será conveniente a adoção de comunicação via rádio. Equipado desta maneira, a equipe de trabalho poderá comunicar-se com a programação, indicando início, término ou modificações não previstas dos serviços, permitindo a esta uma constante avaliação da evolução dos mesmos, e à equipe de trabalho a agilização das tarefas. Um hábito importante é a formação do hábito de comunicar-se, via radio, para estimular a transmissão de solicitações de emergência geradas pela programação.

##### **c) Segurança no Trabalho**

Qualquer acontecimento que cause dano pessoal ao trabalhador é considerado acidente de trabalho. Por isto, deve haver atenção e cuidado permanente por parte da direção das equipes de trabalho no sentido de prover e exigir o uso dos equipamentos de proteção coletiva (EPC) e equipamentos de proteção individual (EPI).

Os acidentes de trabalho podem ser evitados na medida em que todos assumam a responsabilidade de respeitar as normas e instruções, conheçam e apliquem os procedimentos corretos na execução de serviços, dêem bons exemplos, utilizem os equipamentos, apresentem sugestões para melhora das condições de trabalho e segurança, etc.

#### d) Tempos Padrão

A cada serviço deve corresponder uma equipe mínima, as ferramentas mínimas, os equipamentos mínimos, a codificação, as etapas envolvidas no processo, e, principalmente, os tempos padrão, ou seja, os tempos referenciais para a execução do serviço.

Este conhecimento permitirá organizar o trabalho, medir a eficiência da equipe, decidir acerca de intervenções para a agilização de um processo, enfim, buscar a eficiência.

No que se refere a obras civis, existem inúmeras fontes de informação para o estabelecimento dos tempos padrão, oriundas de tabelas de composição de preços unitários como as da Pini, da Seinfra e do Sinapi, entre outras.

#### e) Condicionantes

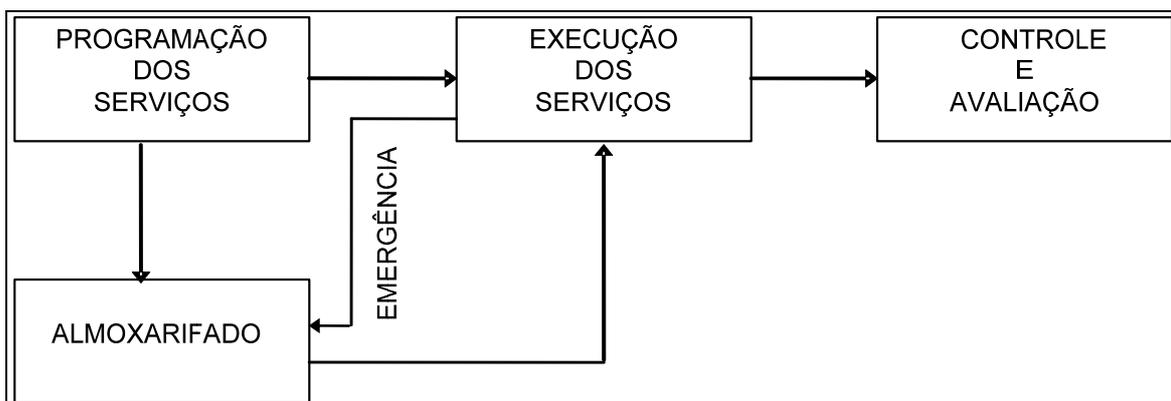
Há vários condicionantes que interferem diretamente nas quantidades de serviço, nos tempos médios de execução e no estabelecimento de prioridades, os quais são abordados a seguir:

- Todos os aspectos legais relacionados com os serviços devem ser identificados e atendidos;
- Todos os aspectos relacionados com as políticas e normas internas da COGERH deverão ser identificados e discutidos, analisando-se o grau de aplicabilidade ou a necessidade de adaptação;
- Deve-se considerar a possibilidade de contratação de terceiros para a execução de alguns serviços, em geral aqueles que envolvem mão de obra intensiva ou equipamentos não disponíveis (exemplo: serviços de mergulhadores);
- Deve-se verificar a previsão de expansão de serviços, bem como planos internos da COGERH que demandem carga adicional de trabalho;

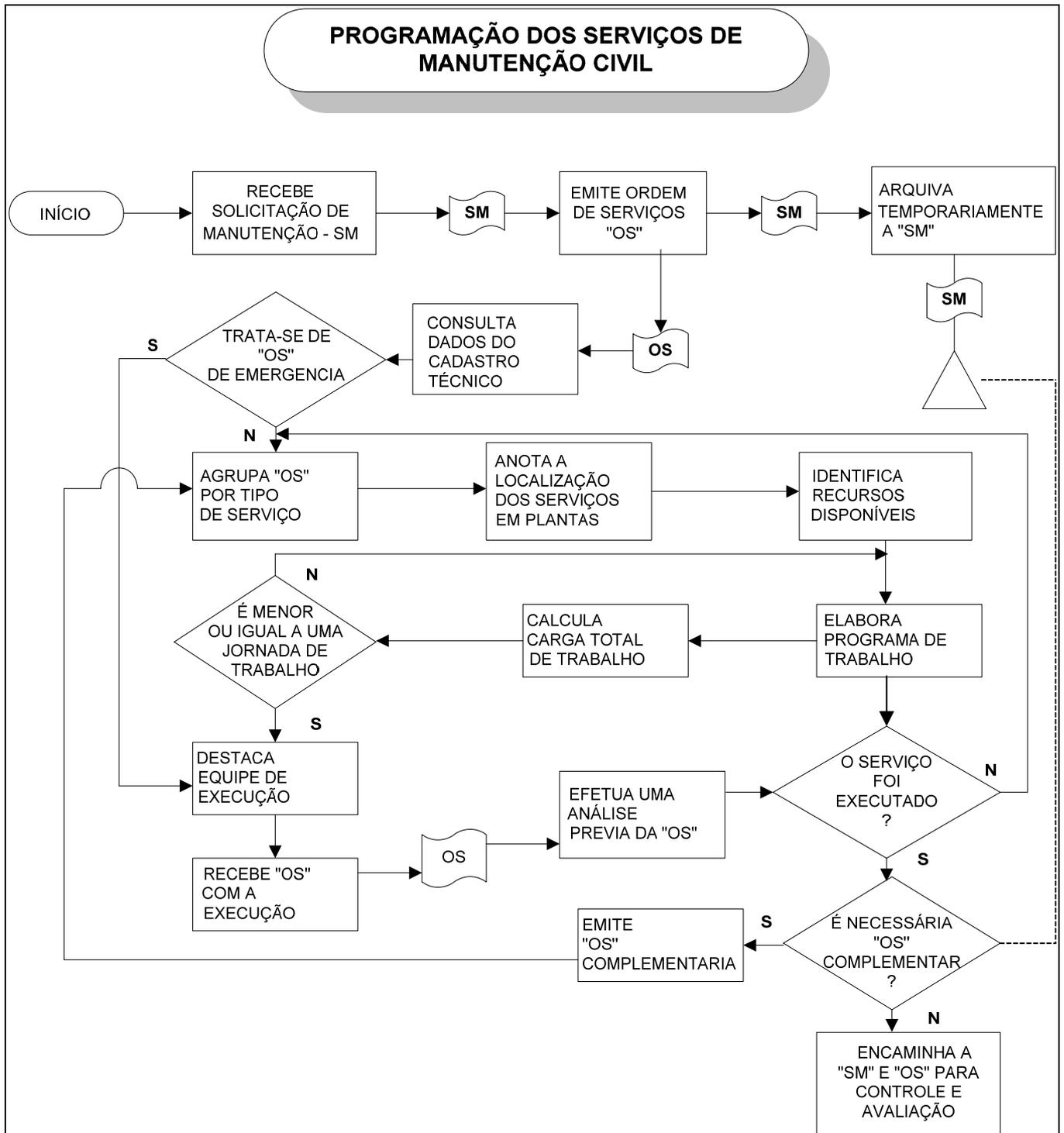
- Buscar sempre a racionalização do uso dos recursos humanos e a adequação da jornada de trabalho;
- Devem-se estabelecer metas de manutenção, com prioridades de execução, filtrando-se com muito critério as urgências e emergências;
- Buscar sempre a utilização de novas técnicas, novas metodologias, novos materiais, novas ferramentas, etc. no intuito de aumentar a eficiência;
- Usar sempre ferramentas e equipamentos apropriados para um determinado serviço, evitando acidentes de trabalho;
- Cuidar sempre para que o ritmo imposto aos serviços não seja reduzido ou prejudicado por falta de recursos financeiros;
- Outros condicionantes como limitações no uso de equipamentos, limitações da metodologia de trabalho, possibilidade de aluguel ou outro meio de dispor de veículos e máquinas, dificuldades de assistência técnica, peças de reposição, etc.

### 3.11.5 - Procedimentos Específicos de Manutenção Civil

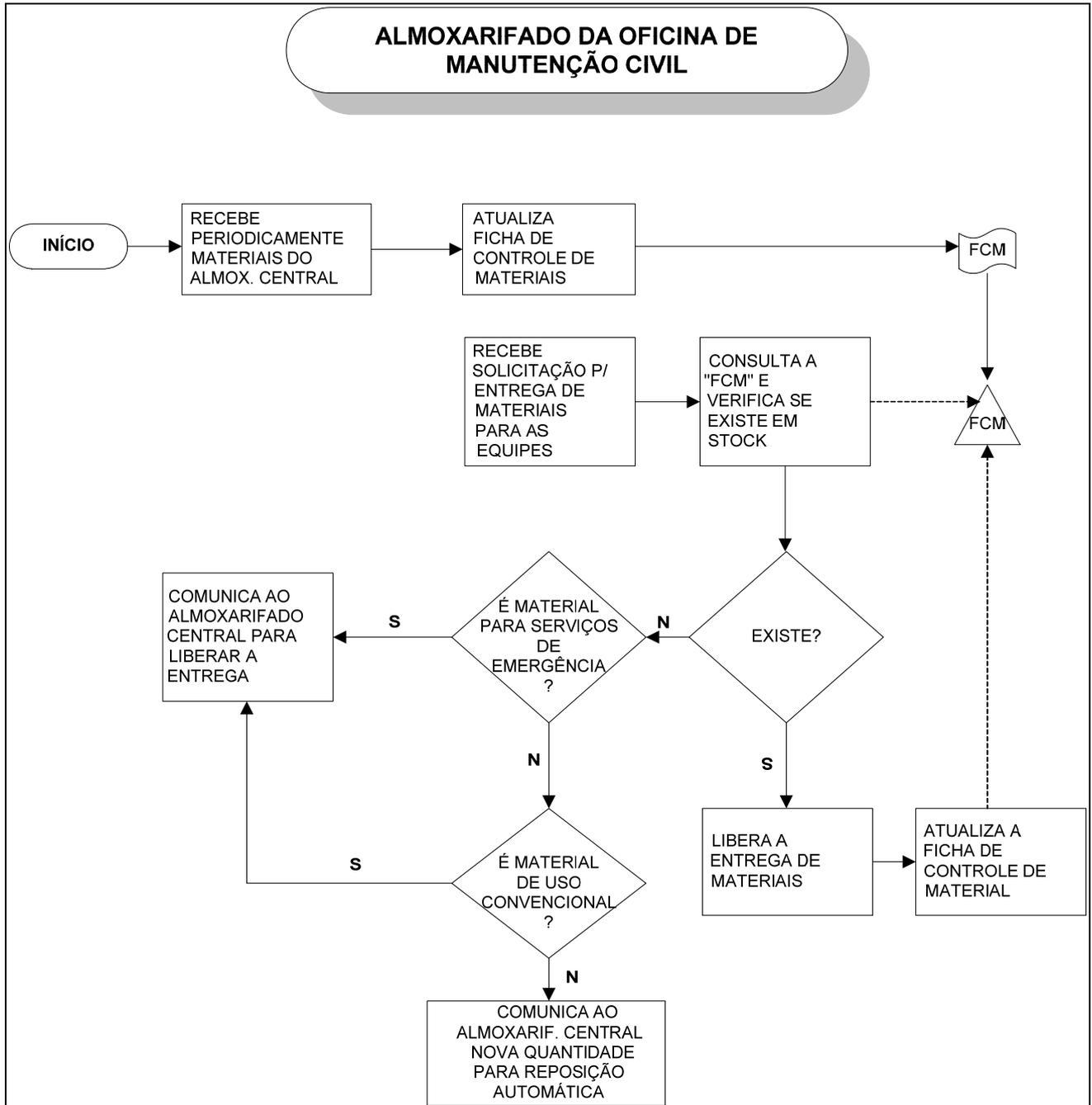
O modo de operar a estrutura da Manutenção Civil está fundamentado em 4 (quatro) Procedimentos básicos: Programação de Serviços, Execução de Serviços, Administração de Almojarifado e Controle e Avaliação de Desempenho. A organização lógica de tais procedimentos é mostrada na **Figura 3.52**). Cada procedimento desta figura é detalhado a seguir através de fluxogramas específicos (**Figuras 3.53 a 3.56**).



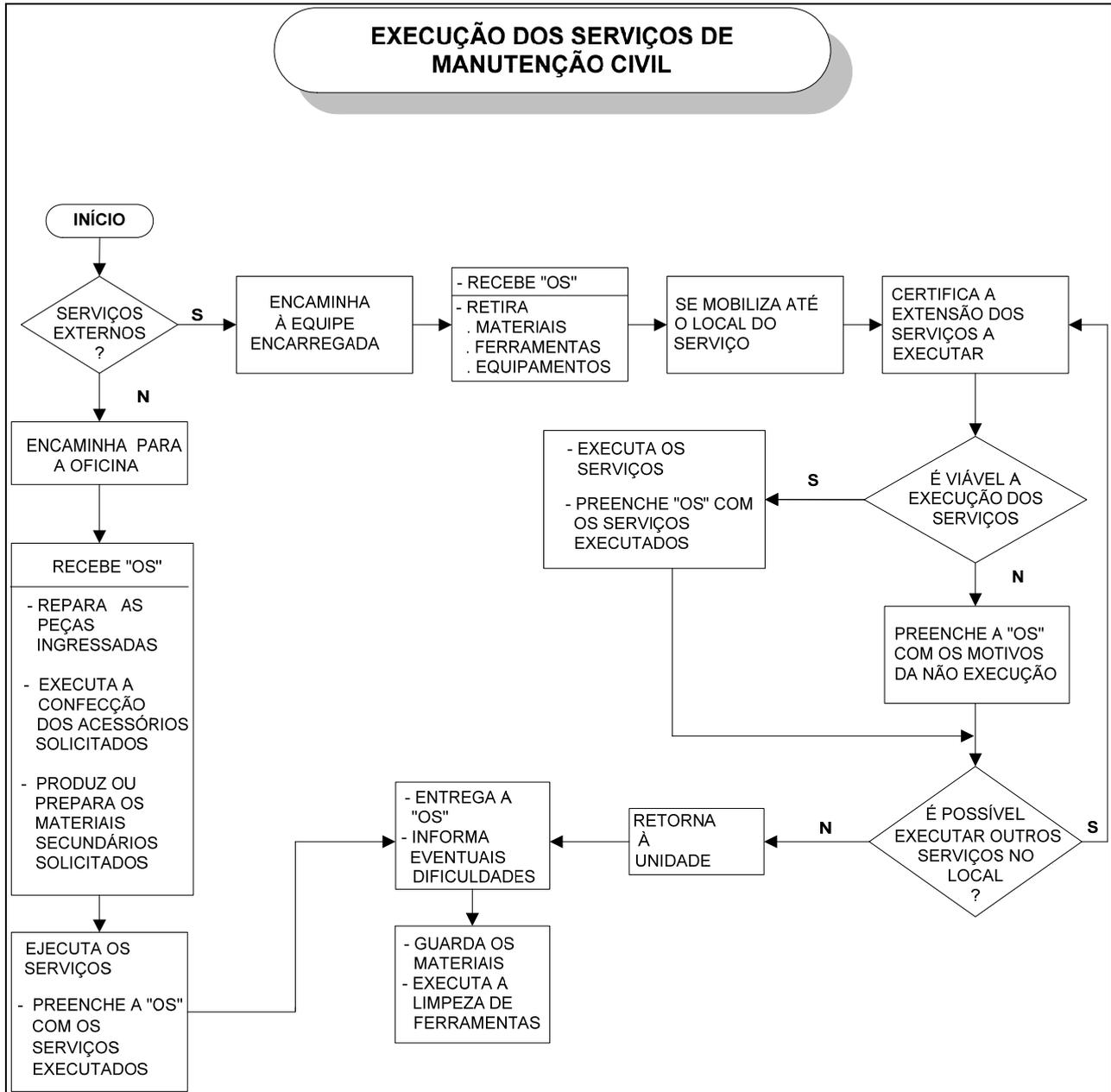
**Figura 3.52** - Modo de Operar a Estrutura da Manutenção Civil



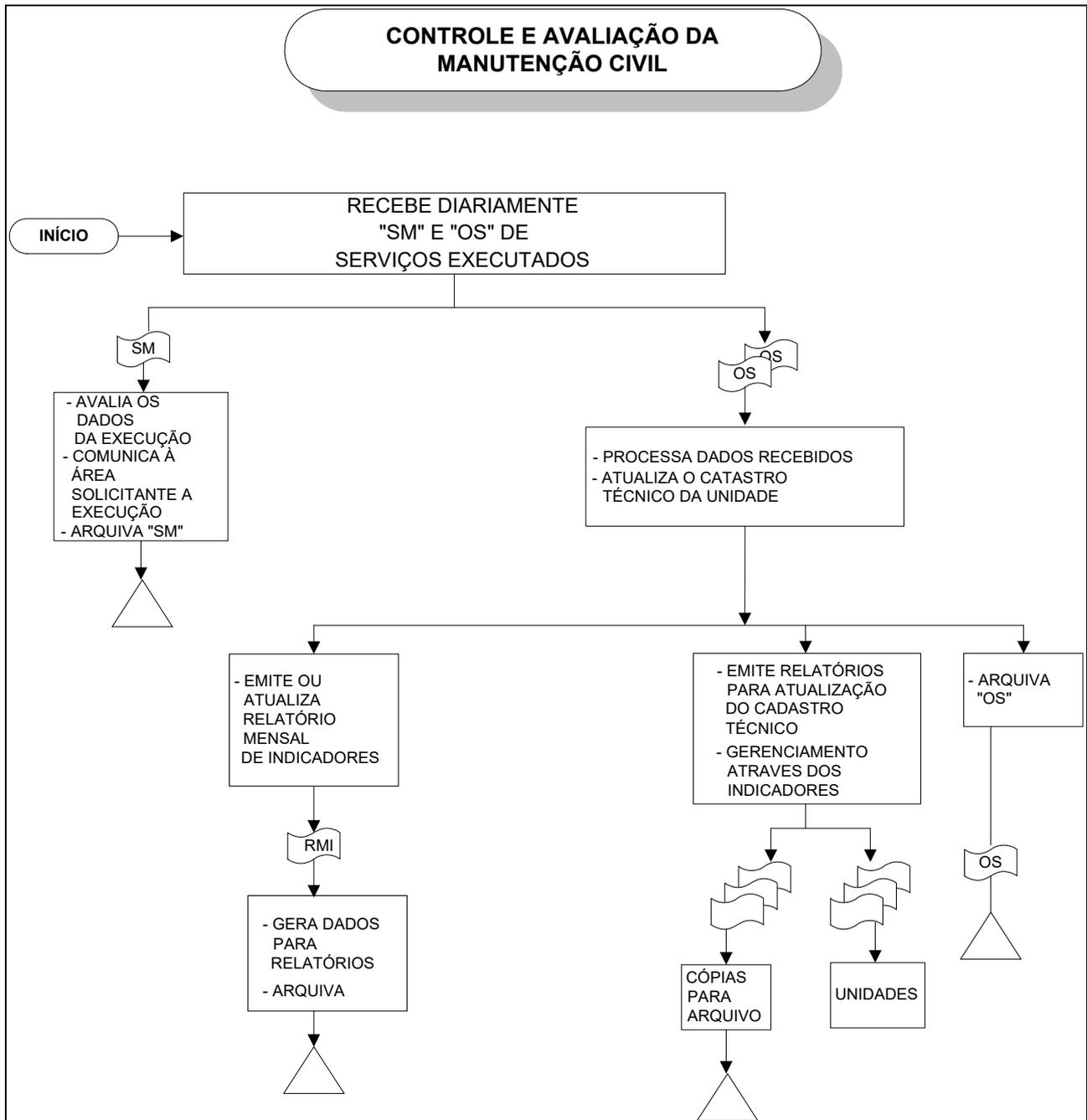
**Figura 3.53 - Programação dos Serviços de Manutenção Civil**



**Figura 3.54 - Almoarifado da Oficina de Manutenção Civil**



**Figura 3.55 - Execução dos Serviços de Manutenção Civil**



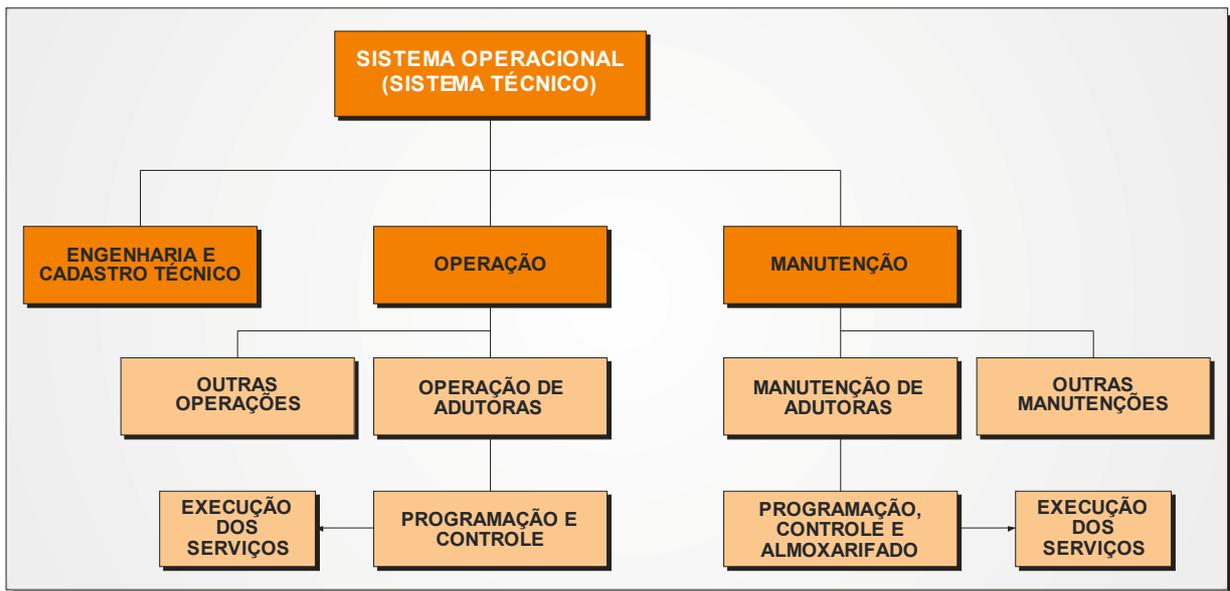
**Figura 3.56 - Controle e Avaliação da Manutenção Civil**

## 4 - ORGANIZAÇÃO

## 4 - ORGANIZAÇÃO

### 4.1 - ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

O organograma apresentado a seguir (**Figura 4.1**) representa um Modelo Base, não necessariamente o que adota ou adotará a COGERH, elaborado de forma genérica, tão somente com o intuito de alinhar a organização deste Manual. A elaboração e implementação da estrutura organizacional da COGERH fogem aos objetivos deste Manual.



**Figura 4.1** - Organograma Modelo Base de Estrutura Organizacional

### 4.2 - ÁREAS FUNCIONAIS

#### 4.2.1 - Áreas Funcionais da Operação de Adutoras

As áreas funcionais da operação de adutoras são:

- O controle da operação (ou chefatura de operação).
- A execução dos serviços de operação, baseado nas rotinas e procedimentos estabelecidos pelo controle da operação:
  - De adutoras (por recalque ou gravitárias);
  - De reservatórios.

As atribuições básicas da “Execução dos Serviços de Operação” são:

- Executar as manobras especificadas.



- Consultar os planos de operação de adutoras e reservatórios.
- Realizar as medidas e controles estabelecidos.
- Operar com segurança as válvulas e outros acessórios das adutoras e reservatórios.
- Registrar e comunicar qualquer manobra executada ao Controlador da Operação.
- Investigar os motivos de falta de água local ou geral.
- Executar manobras periódicas para garantir a operação das válvulas e outros acessórios.
- Executar o seguimento periódico das adutoras.
- Ativar imediatamente a unidade de manutenção em caso de danos.

#### **4.2.2 - Áreas Funcionais da Manutenção de Adutoras**

As áreas funcionais da Manutenção de Adutoras são:

- A chefatura da manutenção;
- A programação, controle e almoxarifado;
- A execução dos serviços de manutenção:
  - Nas adutoras (tubulações, válvulas e acessórios).
  - Nas instalações acessórias (caixas e abrigos de válvulas e equipamentos).
  - Serviços complementares (ruptura/recomposição de pavimento, limpeza, capina, etc.).

As atribuições básicas da “Programação, Controle e Almoxarifado” são:

- Emitir Ordem de Serviço – OS a partir da recepção de uma Solicitação de Serviço – SS.
- Programar a execução de serviços, considerando as prioridades estabelecidas, disponibilidade de recursos e a otimização de itinerários.
- Preparar e emitir a rota de serviço para cada equipe.
- Seguir via rádio o desenvolvimento dos serviços durante a jornada de trabalho.
- Intervir, sempre que ocorra uma situação que o justifique, nos itinerários estabelecidos.
- Realizar o registro de dados da execução ou da não execução dos serviços.



- Gerar OS para serviços complementares, quando seja necessário.
- Controlar as SS e OS.
- Gerar e/ou fornecer dados para a elaboração de indicadores de gestão.
- Guardar, controlar e registrar os materiais retirados em consignação do Almoxarifado Central.
- Realizar a solicitação de materiais não disponíveis, em casos de emergência.
- Fazer o seguimento e controlar os pontos de reabastecimento definidos, propondo as alterações devidas.
- Realizar as atividades de programação e controle dos veículos utilizados pelas Equipes Móveis.
- Zelar, controlar e registrar as ferramentas e equipamentos utilizados pelas Equipes Móveis.

As atribuições básicas da “Execução dos Serviços de Manutenção” são:

- Realizar os serviços de acordo aos métodos de trabalho especificados nas rotinas pré-estabelecidas.
- Informar via rádio à Programação de Serviços o desenvolvimento dos serviços e as eventuais dificuldades.
- Registrar os dados necessários nas O.S. e em outros formulários específicos.

### **4.3 - PESSOAL**

#### **4.3.1 - Pessoal da Operação de Adutoras**

Para garantir a confiabilidade da operação e diminuir o número de intervenções não programadas, é necessário alocar convenientemente os recursos humanos requeridos nas tarefas de operação das adutoras e reservatórios. Desta maneira pode ser necessário o funcionamento permanente de equipes de trabalho durante as 24 horas do dia.

Cada equipe de trabalho, em princípio, estará conformada por um único operador. A quantidade requerida de equipes de trabalho deverá ser dimensionada de acordo aos seguintes critérios:

- Distâncias e dificuldades de percurso.



- Disponibilidade e estado de meios de locomoção.
- Complexidade do sistema e quantidade global.
- Existência ou não de automação e telemetria.
- Possibilidade de agrupar as tarefas de operação de linhas e reservatórios.

Se existir um veículo (motocicleta ou automóvel), o operador deverá conduzi-lo, eliminando assim os serviços de um chofer para cada equipe de trabalho.

#### **4.3.2 - Pessoal da Manutenção de Adutoras**

A definição do pessoal e dos tipos e quantidades de equipes de trabalho necessários para a execução dos serviços de manutenção de adutoras fazem-se segundo metodologia explicada no Anexo 4.

Inicialmente se definem os tipos e quantidades de equipes de trabalho para logo dimensionar os recursos humanos e os recursos materiais necessários a cada equipe e o total.

#### **4.4 - ORGANIZAÇÃO FÍSICA**

##### **4.4.1 - Organização Física da Operação de Adutoras**

A operação ou manobra de adutoras, que inclui linhas e reservatórios, é um serviço de grande responsabilidade para a provisão de água, assim como para a segurança dos componentes.

Em um sistema ideal, a manobra só seria necessária como complemento da manutenção no caso do esvaziamento de uma linha, permitir um conserto ou outro tipo de intervenção. Porém, nem sempre as adutoras se encontram sob tal condição. Neste caso, é necessário executar a operação com muita atenção e cuidado.

Conforme já foi mencionado, em princípio, bastarão equipes constituídas por um único operador de notória experiência e inequívoca responsabilidade. Os recursos de que necessitarão são as chaves de válvulas, formulários para o registro das ações, rádio de comunicação para estar em permanente contato com o controlador, equipamento de segurança e, se possível, um veículo, pelo menos uma motocicleta.



## 4.4.2 - Organização Física da Manutenção de Adutoras

### 4.4.2.1 - Composição Básica das Equipes de Trabalho

O pessoal da manutenção de Adutoras deve estar agrupado em uma ou mais equipes móveis. Cada equipe deve ser caracterizada por seu pessoal em termos de quantidade e especialização, assim como a natureza dos veículos e equipamentos a operar.

Uma equipe móvel é um conjunto de recursos humanos e materiais, apta para executar determinados serviços encomendados devendo, portanto, ser diferenciada quanto a seus componentes básicos, função dos tipos e complexidade das equipes.

Cada tipo de equipe será caracterizado pelo seu pessoal em termos de quantidade e especialização, natureza dos veículos e equipamentos a operar.

Ao definir os tipos de equipes, propõe-se compô-las com a menor quantidade possível de recursos humanos, porém melhor equipados e mais preparados tecnicamente.

Outro fator que resulta importante para o êxito da aplicação desta metodologia é a utilização simultânea da atividade de programação de serviços. Esta atividade será detalhada em um item específico deste Manual, estando, porém, relacionada ao rol de serviços por tipos de equipe já citados.

Para facilitar a identificação das equipes, será utilizado um código alfanumérico, em que a parte alfabética representa a natureza do serviço (Água-A e Complementar-C) e o componente numérico corresponde à quantidade de elementos integrantes da equipe que estarão executando o serviço.

Sempre que seja possível, a atividade de conduzir um veículo deverá ser realizada por um dos membros da equipe. As pessoas indicadas para dirigir veículos deverão ter a licença correspondente e, ao mesmo tempo, deverão submeter-se a exames e testes na COGERH para avaliar sua prática e comportamento em serviço.

A continuação apresenta-se o **Quadro 4.1** contendo a composição básica de cada tipo de equipe, indicando a quantidade de mão de obra por cargo, tipo de veículo a utilizar e equipamento complementar.

**QUADRO 4.1 - COMPOSIÇÃO BÁSICA DAS EQUIPES DE TRABALHO**

NATUREZA	TIPO DE EQUIPE	COMPOSIÇÃO BÁSICA		TIPO DE VEÍCULO	EQUIPAMENTO COMPLEMENTAR	OBSERVAÇÃO
		QUANTIDADE	CARGO			
Água	A - 1	1	Operário	Motocicleta ou veículo leve	--	1
	A - 3	1 2	Operário Ajudantes	Caminhonete Pick-Up	--	1
	A - 5	1 2 2	Encarreg. Operários Ajudantes	Caminhão 6 t.	Retroescavadeira / Bomba Portátil p / Drenagem / Cortador de Tubos	1, 2, 3
Complementares	C - 3	1 2	Operário Ajudantes	Caminhonete Pick-Up	Compressor e Martelete	1
	C - 4	2 2	Pedreiros Ajudantes	Caminhão 6 t.	--	1, 3, 4

**Obs.:**

- Está previsto que um elemento da equipe dirigirá o veículo.
- Está previsto o uso compartilhado da retroescavadeira.
- O caminhão deverá ser de cabine dupla ou estar equipado com dispositivo de segurança para transporte de pessoal na carroceria e possuir licença para isto.
- A equipe C-4 será responsável pelos serviços de alvenaria e concreto.

**4.4.2.2 - Rol de Serviços por Tipos de Equipes de Trabalho**

Apresenta-se a continuação a listagem de serviços por tipo de equipe de trabalho recomendado, com a qual se obtém uma ótima relação benefício / custo (**Quadro 4.2**).

**QUADRO 4.2 - ROL DE SERVIÇOS POR TIPOS DE EQUIPES DE TRABALHO**

<b>NATUREZA</b>	<b>EQUIPE</b>	<b>SERVIÇOS</b>
	A - 1	<ul style="list-style-type: none"><li>- Substituição de instrumentos e equipamentos menores.</li><li>- Manutenções que não requeiram abertura de valas.</li><li>- Verificação de falta de água ou baixa pressão local.</li></ul>
Água	A - 3	<ul style="list-style-type: none"><li>- Substituição de equipamentos, válvulas, acessórios de diâmetro até 150 mm.</li><li>- Reparação de adutoras de PVC de diâmetro até 150 mm.</li><li>- Execução ou reparos de conexões difusas ao longo das adutoras.</li></ul>
	A - 5	<ul style="list-style-type: none"><li>- Reparação de adutoras de qualquer material e diâmetro.</li><li>- Substituição de equipamentos, válvulas, acessórios de qualquer diâmetro.</li><li>- Execução de pequenas ampliações de adutoras (Eventual).</li></ul>
	C - 3	<ul style="list-style-type: none"><li>- Ruptura de pavimento de concreto.</li><li>- Ruptura de pavimento asfáltico.</li></ul>
Complementar	C - 4	<ul style="list-style-type: none"><li>- Aterro complementar de valas.</li><li>- Recomposição de pavimento.</li><li>- Execução de caixas e tampas.</li><li>- Manutenção de caixas e tampas.</li><li>- Manutenção de faixas de domínio de adutoras (capina, reparação de cercas, etc.).</li><li>- Retirada de escombros.</li></ul>

## **5 - OPERAÇÃO DE ADUTORAS – PROCEDIMENTOS**

## 5 - OPERAÇÃO DE ADUTORAS - PROCEDIMENTOS

### 5.1 - PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES

Na continuação se apresenta os procedimentos gerais para a operação das linhas adutoras (condução e recalque) e reservatórios (**Quadro 5.1**).

**QUADRO 5.1 - PROCEDIMENTOS GERAIS PARA A OPERAÇÃO DE ADUTORAS**

PROCEDIMENTO	CÓDIGO
Verificação de linhas de condução e recalque	OA 01
Solicitação de manutenção "SM"	OA 02
Manobras em linhas de condução e recalque	OA 03
Manobras para limpeza de adutoras	OA 04
Manobras para lavagem de reservatórios	OA 05
Recopilação de dados para a macromedição e controle da operação	OA 06

#### 5.1.1 - Procedimento OA01 - Verificação de Linhas de Condução e Recalque

##### – OA01.1 - OBJETIVO

Orientar dentro da atividade de verificação, a situação operacional das linhas de condução e/ou recalque.

##### – OA01.2 - REQUISITOS

- Informações incluídas em outros itens deste Manual;
- Informações de catálogos de fornecedores;
- Solicitação do Controle da Operação;
- Cadastro Técnico.

##### – OA01.3 - DESCRIÇÃO DE ETAPAS

- a) Estar sempre disponível para atender consultas e dar orientação acerca do plano de operação da linha de condução e/ou recalque;



- b) Realizar periodicamente um recorrido da linha, verificar o estado geral das mesmas, dos acessórios e informar sobre situações anormais tais como construções, inconvenientes, derivações clandestinas, etc;
- c) Válvula de manobra (borboleta, gaveta ou comporta):
  - Verificar estado geral;
  - Efetuar limpeza;
  - Manobrar periodicamente.
- d) Válvula de descarga (gaveta):
  - Verificar estado geral;
  - Comprovar existência de fuga de água;
  - Manobrar com frequência para mantê-la em condições de operação.
- e) Válvula de ar (ventosa):
  - Verificar estado geral;
  - Verificar operação do acessório.
- f) Dispositivos Antigolpe de Aríete:
  - Verificar estado geral;
  - Verificar operação do acessório.
- g) Juntas de Expansão/Dilatação/Ancoragens:
  - Verificar estado geral;
  - Comprovar existência de fuga.
- h) Proteção contra corrosão:
  - Verificar estado geral da linha e do acessório;
  - Efetuar medição de parâmetros de controle.
- i) Caixa quebra-pressão
  - Verificar estado geral;
  - Efetuar limpeza se for necessário.
- j) Emitir o formulário de verificação de linhas - “RVL”, com os dados completos.



k) Emitir e enviar o impresso Solicitação de Manutenção “SM” à área de Manutenção correspondente.

– **OA01.4 - RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE LINHAS - “RVL”**

*OA01.4.1 - Objetivo*

Apresentar o resultado de inspeção das linhas e seus componentes para a verificação do estado geral, assim como para registrar as possíveis falhas e ocorrências nas tubulações e acessórios.

*OA01.4.2 Distribuição*

Se emite um formulário original com cópia. O original se envia à Chefatura do Subsistema e a cópia se arquiva na área de Produção de Água.

*OA01.4.3 Instruções de preenchimento*

1 - Número (N°)

- Indicar o número sequencial de emissão do formulário.

2 - Folha

- Indicar a quantidade de folhas existentes para esta verificação.

3 - Data de Emissão

- Indicar a data de emissão do formulário.

4 - Identificação da Linha

- Registrar de forma exata a identificação da linha.

5 - Linha e Partes Componentes

- Indicar especificamente os tramos da linha, suas partes componentes e todos os acessórios a partir de uma origem comum.

6 - Localização

- Identificar topograficamente cada tramo, parte componente ou acessórios existentes na linha.



7 - Estado Geral

- Registrar de acordo a legenda, o estado geral de cada tramo, parte componente ou acessório.

8 - Observações

- Registrar numericamente a ocorrência e usar o verso do formulário para detalhar o problema;
- Se é requerido emitir uma solicitação de Manutenção, indicar o número correspondente.

9 - Operário / Firma / Data

- Registrar o nome e firma do Operário e a data da análise e do preenchimento.

10 - Responsável/Firma/Data

- Registrar o nome e firma do Chefe da Unidade e a data da análise e do preenchimento.

OA01.4.4 Amostra do Formulário (**Figura 5.1**)



COGERH	RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE LINHAS - RVL -			Nº ①	FOLHA ②
				DATA EMISSÃO ③	
IDENTIFICAÇÃO DA LINA ④					
TIPO, PARTES COMPONENTES E ACESSÓRIOS	LOCALIZAÇÃO	ESTADO GERAL			OBS
		R	R	H	
⑤	⑥	⑦	⑦	⑦	⑧
TÉCNICO H - Horário R - Registar V - Val	OPERÁRIO ⑨		FIRMA ⑨		DATA ⑨
	RESPONSÁVEL ⑩		FIRMA ⑩		DATA ⑩

Figura 5.1 - Formulário Relatório de Verificação de Linhas - "RVL"



## **5.1.2 - Procedimento OA02 - Solicitação de Manutenção “SM”**

### **– OA02.1 - OBJETIVO**

Solicitar serviços de manutenção com base nos resultados da atividade de verificação da situação operacional das linhas de condução e/ou recalque.

### **– OA02.2 - REQUISITOS**

- Informações incluídas em outros itens deste Manual
- Verificação da situação operacional das linhas
- Formulário de solicitação de manutenção “SM”

### **– OA02.3 - DESCRIÇÃO DE ETAPAS**

- a) Todas as demandas por manutenção devem gerar uma solicitação de manutenção “SM”.
- b) O formulário deve ser enviado à Área de Manutenção para providências.
- c) Aguardar resposta relacionada com a manutenção.
- d) Havendo demora na resposta, investigar o que está acontecendo, pois a operação poderá ser prejudicada pela falta de manutenção.

### **– OA02.4 - FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE MANUTENÇÃO - “SM”**

#### *OA02.4.1 - Objetivo*

O objetivo da Solicitação de Manutenção é fazer que o Subsistema Operação solicite serviços de Manutenção Corretiva no Subsistema de Manutenção.

O número da “SM” é o código de comunicação entre os dois Subsistemas: Operação e Manutenção. Uma solicitação de manutenção pode gerar somente uma Ordem de Serviço-OS.

As informações contidas na “SM”, fornecem orientações do Subsistema Operação com relação à localização do problema e à natureza do mesmo.

#### *OA02.4.2 - Distribuição*

A Solicitação de Manutenção se emite em original e cópia quando se requeira solicitar os serviços de manutenção corretiva de uma instalação; a solicitação original se envia à



recepção de manutenção, e a cópia fica com o emissor para seu controle.

#### *OA02.4.3 - Instruções do Preenchimento*

1 - Sigla da Unidade e Número da solicitação

- Indicar a sigla, a unidade e o número da solicitação de manutenção.

2 - Solicitação do Serviço

- Indicar o número da Solicitação de Serviço.

3 - Local

- Indicar o nome do Local onde se encontra a instalação ou serviços a executar.

4 - Sub-Local

- Indicar a posição dentro do local.

5 - Aplicação

- Indicar a função da instalação.

6 - Centro de Custo

- Indicar o número do centro de custo no qual será debitado o custo de manutenção.

7 - Conta de Gastos

- Indicar a conta de gastos por modalidade de manutenção. Exemplo: Conta de Gastos de Linhas de Recalque.

8 - Lugar da Execução do Serviço

- Indicar o lugar onde será executada a manutenção.

9 - Linha e/ou Material

- Indicar a Linha e/ou Material que receberá manutenção.

10 - Descrição dos Serviços

- Indicar os serviços que serão executados.

11 - Observações

- Indicar as observações referentes à solicitação de manutenção.

12 - Emissor



- Indicar a sigla da unidade, data e o nome da pessoa que emitiu a solicitação de manutenção.

13 -Chefatura da Unidade

- Indicar a unidade, data e o nome do chefe.

*OA02.4.4 - Amostra do formulário (Figura 5.2)*



COGERH	SOLICITAÇÃO DE MANUTENÇÃO MANUTENÇÃO DE AUTOMATISMOS		SGIA LINDAOP: N° ①
			SM N° ②
LOCAL ③	SUB LOCAL ④	APLICAÇÃO ⑤	
CENTRO DE CUSTO ⑥	CODIGO DE GASTOS ⑦	LOCAL DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS ⑧	
BOMBA / MATRIZ ⑨			
DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS (UTILIZAR O VERSO SE FOR NECESSÁRIO) ⑩			
⑪ ORGANIZAÇÃO PARA LER A "SM" PARA CADA INSTALAÇÃO GLOBAIS DOS SERVIÇOS SOLICITADOS			
FABRICAÇÃO (COMPRAR) ⑫		CARTÃO BRANCO DA CNCF ⑬	
USO DE USO DA MANUTENÇÃO DE AUTOMATISMOS			
INGRESSO DA SM ⑭	VERSO REFEITO ⑮	LOCAL DA EXECUÇÃO <input type="checkbox"/> OFICINA <input type="checkbox"/> NO LOCAL ⑯	CONTROLE DE CUSTOS ⑰
PROFESSOR ⑲	EXECUTOR ⑲	LUBRIFICAÇÃO ⑳	

Figura 5.2 - Formulário Solicitação de Manutenção "SM"



### 5.1.3 - Procedimento OA03 - Manobras em Linhas de Condução e Recalque

#### – OA03.1 - OBJETIVO

Orientar as manobras a realizar-se nas linhas de condução e recalque para que se executem com plena segurança operacional.

#### – OA03.2 - REQUISITOS

- Informações incluídas em outros itens deste manual
- Solicitação e orientações técnicas do Controle da Operação
- Cadastro Técnico

#### – OA03.3 - DESCRIÇÃO DAS ETAPAS

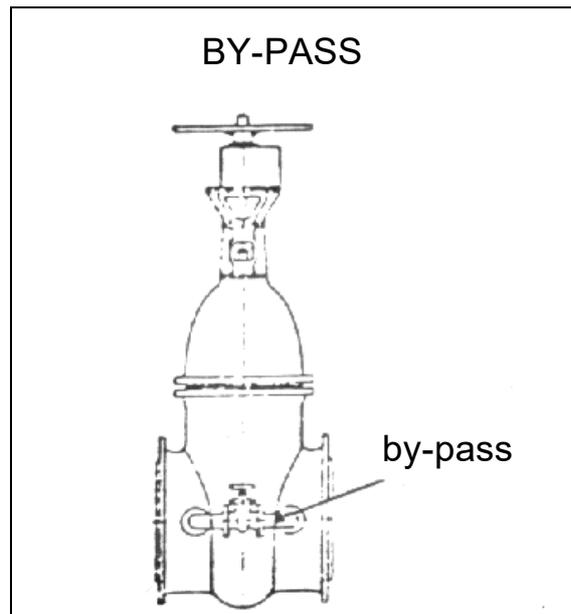
*OA03.3.1 - Manobra para esvaziamento da linha de condução e recalque:*

- a) Ter a disposição permanente o plano de operação da linha para consulta e orientação.
- b) Comprovar com o controle de operação que os equipamentos (bombas) de recalque estejam desligados.
- c) Identificar as válvulas a serem operadas para isolar a linha ou o tramo a esvaziar.
- d) Executar lentamente a manobra de fechamento de válvulas de linha, para isolamento do tramo ou da linha.

Nas linhas onde as pressões sejam altas, se utilizará um “by-pass” com a finalidade de facilitar as manobras de fechamento e abertura. O “by pass” está constituído de um desvio de montante até jusante da válvula, com diâmetro pequeno e de fácil operação.

Na manobra, o “by pass” funciona como redutor e/ou regulador de pressões.

Toda vez que se executa uma manobra de fechamento da válvula, não se deve deixar o “by pass” aberto (**Figura 5.3**).



**Figura 5.3** - By Pass em uma Válvula Gaveta

E) Executar a manobra de abertura das válvulas de descarga.

F) Efetuar a verificação do funcionamento das válvulas de admissão de ar (ventosas), se existir.

g) Acompanhar o tempo de esvaziamento do tramo ou linha, comparando-o com o tempo teórico, calculado de acordo às fórmulas apresentadas nos Anexos deste Manual.

Se o tempo de esvaziamento for superior ao previsto, verificar as condições de descarga das válvulas de descarga e de admissão do ar.

H) Registrar as manobras executadas no formulário Registro de Manobras - "RM" e comunicá-las por rádio ao Controle da Operação.

OA03.3.2 - Manobra para preenchimento da linha de condução ou recalque

a) Ter sempre disponível o plano de operação da linha para consulta e orientação.

b) Receber orientação do controle de operação para as manobras a serem executadas.

c) Dispor de dados das manobras de fechamento de válvulas executadas a partir do formulário Registro de Manobras.

d) Identificar as válvulas a serem operadas.

e) Fechar as válvulas de descarga.



- f) Verificar a operação das ventosas para a expulsão do ar. Em caso que não se encontrem operativas, estas devem ser retiradas durante a manobra.
- g) Executar lentamente a manobra de abertura das válvulas de linha e certificar-se do fechamento do “by pass”.
- h) Acompanhar o preenchimento completo da linha ou tramo e efetuar a leitura das variáveis para verificar a regulação do fluxo da água.
- i) Registrar as manobras executadas no formulário Registro de Manobras - “RM” e comunicá-las por rádio ao Controle da Operação.

– **OA03.4 - REGISTRO DE MANOBRAS - “RM”**

*OA03.4.1 - Objetivo*

Registrar as manobras de fechamento e abertura executadas nas válvulas.

*OA03.4.2 - Distribuição*

É emitido em original e deverá ser arquivado na unidade.

*OA03.4.3 - Instruções de Preenchimento*

14 -Localização do Serviço

- Identificar a localização precisa do tramo a ser isolado.

15 -Plano de Operação

- Identificação do Plano de Operação, incluindo a localização do serviço, as válvulas e outros acessórios.

16 -Motivo da Manobra

- Registrar o motivo da manobra (exemplos: manutenção na linha ou adutora, limpeza de reservatório, racionamento de abastecimento, limpeza da linha ou adutora, etc.)

17 -Manobra Ativada

- Registrar a hora de início, término e data da execução da manobra.

18 -Manobra Desativada

- Registrar a hora de início, término e data da manobra desativada.

19 -Plano de Manobra / Válvulas em Manobra / Rua ou Via e Lado da Rua ou Via



- Identificar a válvula e sua correta localização para execução das manobras.

20 -Ordem de Manobra

- Registrar o tipo de manobra a ser efetuada, segundo legenda (Abrir, fechar ou graduar).

21 -Diâmetro

- Indicar o diâmetro da válvula a ser operada.

22 -Execução de Manobra

- Registrar o tipo de ação que foi executada, segundo legenda.

23 -Responsáveis pela manobra ativada

- Registrar o nome e firma do responsável pela execução da manobra.

24 -Responsável pela manobra desativada.

- Registrar o nome e firma do responsável pela desativação da manobra.

*OA03.4.4 - Amostra do Formulário (Figura 5.4)*

**5.1.4 - Procedimento OA04 - Manobras Para Limpeza de Adutoras**

**– OA04.1 - OBJETIVO**

Permitir que adutoras novas ou tramos novos de linhas de água sejam operados com segurança, assim como dispor para o serviço, adutoras de água onde houve contaminação.

**– OA04.2 - REQUISITOS**

- Procedimentos de Controle de Qualidade das Águas;
- Cadastro Técnico;
- Apoio da área de Controle de Qualidade das Águas.

**– OA04.3 - COLOCAÇÃO DE ADUTORAS NOVAS EM OPERAÇÃO**

- a) Executar a lavagem da adutora com injeção de água, que será descarregada no final da adutora com a retirada do tampão;
- b) Abrir uma válvula para o preenchimento da adutora; sendo necessário, aplicar o cloro (líquido ou gás) através de uma válvula “corporation” instalada na adutora;



- c) Aguardar o enchimento de toda a tubulação, a qual terá as válvulas fechadas e os tampões colocados;
- d) Fechar a válvula que alimentou a adutora;
- e) Deixar a adutora cheia em contato com o cloro (se foi injetado), por um período de tempo;
- f) Abrir as válvulas de descarga e proceder à retirada dos tampões;
- g) Abrir novamente a válvula para eliminar toda a água com conteúdo elevado de cloro (se foi usado);
- h) Acionar o Controle de Qualidade das Águas para liberar a operação da adutora;
- i) Emitir o Registro de Manobras - "RM" antes apresentado.

COGERH	REGISTRO DE MANOBRAS - RM -			
LOCALIZAÇÃO DO SERVIÇO (1)			PLANO DE OPERAÇÃO (2)	
MOTIVO DA MANOBRA (3)				
MANOBRA ATIVADA	HORA INÍCIO (4)	HORA TÉRMINO (4)	DATA (4)	
MANOBRA DESATIVADA	HORA INÍCIO (5)	HORA TÉRMINO (5)	DATA (5)	
PLANO DE MANOBRA		EXECUÇÃO DE MANOBRA		
VÁLVULAS EM MANOBRA		ORDEM MANOBRA	ATIVADA	DESATIVADA
1	RUA (6)	(7)	(9)	(9)
	RUA (6)	DIÂMETRO		
	LADO (6)	∅ (8)		
2	RUA			
	RUA			
	LADO			
3	RUA			
	RUA			
	LADO			
<b>LEGENDA</b>	A - ABRIR OU ABERTO F - FECHAR OU FECHADO D - DEFEITUOSO	C - COBERTO NO - NÃO OPERATIVO NL - NÃO LOCALIZADO	G - GRADUAR OU GRADUADO	
RESPONSÁVEL PELA MANOBRA ATIVADA (10)		RESPONSÁVEL PELA MANOBRA DESATIVADA (11)		

**Figura 5.4 - Formulário Para Registro de Manobras RM**



– **OA04.4 - RECOLOCAÇÃO DE ADUTORAS QUE SOFRERAM CONTAMINAÇÃO**

- a) Isolar as adutoras onde houve contaminação, fechando as válvulas necessárias;
- b) Alertar os usuários do serviço quanto à utilização da água armazenada;
- c) Esvaziar todas as cisternas e tanques elevados e executar a limpeza em cada unidade;
- d) Solicitar a presença de técnicos da área de Controle de Qualidade das Águas para fazer o seguimento dos serviços;
- e) Proceder de acordo ao proposto na “colocação de adutoras novas em operação”.

**5.1.5 - Procedimento OA05 - Manobras P/ Lavagem de Reservatórios**

– **OA05.1 - OBJETIVO**

Orientar a sequência de atividades necessárias para a lavagem de reservatórios.

– **OA05.2 - REQUISITOS**

- Procedimentos de Controle de Qualidade das Águas
- Cadastro Técnico
- Apoio da área de Controle de Qualidade das Águas

– **OA05.3 - DESCRIÇÃO DAS ETAPAS**

- a) Fechar a válvula de entrada e abrir a válvula de saída do compartimento a ser lavado; fechar a válvula de saída do outro compartimento, se houver, para que a descarga de água do compartimento a ser lavado seja rápida;
- b) Estar atento para que o nível da água não fique por abaixo da tubulação de saída, evitando a entrada de ar na linha de adução;
- c) Quando o nível da água alcance o mínimo estabelecido pelo próprio reservatório para evitar a entrada de ar, fechar o registro de saída do compartimento que será lavado e abrir a saída do outro compartimento, se houver;
- d) Abrir a descarga do compartimento isolado, até que a altura da coluna de água alcance 20 cm;
- e) Fechar a válvula de descarga e iniciar a lavagem do compartimento com a água remanescente no fundo do compartimento;
- f) Depois da lavagem, abrir a válvula de descarga para a evacuação dos resíduos;



- g) Dar algumas voltas na válvula de entrada do compartimento isolado, para que quando ingresse a água limpa, esta possa eliminar as impurezas restantes;
- h) Fechar a válvula de descarga;
- i) Abrir a válvula de entrada do compartimento até o nível indicado pelo pessoal do Controle de Qualidade das Águas, os quais, sendo necessário, injetarão cloro, deixando-o em contato com a água durante um tempo;
- j) Transcorrido o tempo necessário para a desinfecção, abrir novamente o registro de entrada, enchendo o reservatório até a marca indicada pelo pessoal do Controle de Qualidade das Águas;
- k) Alcançado o nível necessário, abrir a válvula de saída e executar as mesmas manobras para o outro compartimento a ser lavado, se houver;
- l) Solicitar o funcionamento das moto-bombas, se existirem na instalação, succionando só do compartimento lavado para iniciar a distribuição com a nova água;

No caso de existir estações de recalque no reservatório, os passos adicionais e auxiliares são os seguintes:

- a) Deixar aberta a válvula de saída do compartimento a ser isolado para acelerar o esvaziamento com o uso das bombas;
- b) Deixar a entrada do outro compartimento fechado até alcançar o nível mínimo de funcionamento das bombas no compartimento a ser lavado.
- c) Ter precaução para que as bombas existentes não absorvam ar, ou seja:
  - Abrir a válvula de alimentação de bombas do outro compartimento antes que o compartimento a ser isolado alcance o nível mínimo.
  - Fechar a válvula de alimentação para bombas do compartimento a ser lavado.
- d) No final das operações:
  - Emitir o formulário Registro de Manobras - "RM" antes apresentado.



**5.1.6 - Procedimento OA06 - Recopilação de Dados Para a Macromedição e Controle da Operação**

**– OA06.1 - OBJETIVO**

Organizar a recopilação de dados necessários para as atividades de macromedição e controle da operação.

**– OA06.2 - REQUISITOS**

- Informações da “Macromedição”.
- Informações do “Controle de Fugas”.
- Solicitação e orientações técnicas do Controle da Operação.

**– OA06.3 - DESCRIÇÃO DAS ETAPAS**

a) Efetuar a recopilação de informações das variáveis de interesse, de acordo no Plano de Macromedição e orientações do Controle da Operação (**Quadro 5.3**).

**QUADRO 5.3 - VARIÁVEIS DE LEITURA POR COMPONENTE**

<b>COMPONENTES</b>	<b>VARIÁVEIS</b>
Linhas de Condução (Tubulação a Pressão)	Pressão e Vazão
Linhas de Condução (Canal e Tub. Não pressurizada)	Vazão
Linhas de Recalque	Pressão e Vazão
Reservatórios	Nível
Adutoras em Geral	Pressão e Vazão

b) Transmitir os dados obtidos no Controle da Operação e no Controle de Fugas, mediante:

- Rádio comunicação
- Via telefônica
- Formulários
- Internet
- Meios magnéticos.

## 5.2 - INDICADORES DE GESTÃO

### 5.2.1 - Variáveis

As variáveis necessárias para a geração dos indicadores se obtêm geralmente dos formulários apresentados nos procedimentos.

Na continuação se apresenta o **Quadro 5.4** contendo estas variáveis e as respectivas origens.

**QUADRO 5.4 - VARIÁVEIS OPERACIONAIS E RESPECTIVAS ORIGENS**

VARIÁVEIS	ORIGENS
Quantidade de acessórios com defeito por linha. Quantidade total de acessórios por linha.	Relatório de verificação de Linhas - RVL
Quantidade de válvulas na adutora com defeito para cada manobra. Quantidade total de válvulas na adutora total para cada manobra.	Registro de Manobras – RM
Total mensal de horas que o reservatório trabalhou com nível abaixo do mínimo operacional admissível. Total mensal de horas.	Recopilação de dados para o Controle da Operação
Total mensal de verificação de baixa pressão confirmada. Total mensal de verificação de baixa pressão total.	Recopilação de dados para o Controle da Operação
Coefficiente “C” de Hazen-Williams” medido. Coefficiente “C” da tubulação nova.	Controle de Fugas

### 5.2.2 - Indicadores

Através de relações matemáticas das variáveis apresentadas, se poderá determinar indicadores, que comparados com padrões estabelecidos, permitirão avaliar o desenvolvimento dos serviços da Operação de Adutoras.

E para tal efeito, se apresenta a continuação um quadro de Indicadores sugeridos para avaliar as atividades da Operação de Adutoras (**Quadro 5.5**). A COGERH deverá confirmar se tais indicadores são suficientes, assim como definir novos indicadores, mais apropriados, de acordo com o seu interesse.

**Quadro 5.5 - Indicadores de Gestão - Operação de Adutoras**

CÓDIGO	DENOMINAÇÃO	DEFINIÇÃO	FRE-QUÊNCIA	UNI-DADE	COMPOSIÇÃO DO INDICADOR	DISCRIMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS E CONSTANTES	FINALIDADE DO INDICADOR
IOA-01	Funcionamento de Acessórios de Linhas	É a razão entre o total de acessórios com defeito em uma determinada linha e o total de acessórios existentes na linha	Mensal	%	IOA 01 = $Vo1 / Vo2 * 100$	Vo1 = Total de acessórios com defeito na linha no mês Vo2 = Total de acessórios existentes na linha	Avaliar o estado operacional dos acessórios instalados na linha
IOA-02	Funcionamento de Válvulas em Linhas	É a razão entre o total de válvulas não operativas em uma determinada linha e o total de válvulas existentes	Mensal	%	IOA 02 = $Vo3 / Vo4 * 100$	Vo3 = Total de válvulas com defeito na linha no mês Vo4 = Total de válvulas existentes na linha	Avaliar o estado operacional das válvulas instaladas na linha
IOA-03	Eficiência na Reservação	É a razão entre o total de horas no mês em que um reservatório está fora de serviço e o total de horas no mês	Mensal	%	IOA 03 = $Vo5 / Vo6 * 100$	Vo5 = Total de horas que um determinado reservatório esteve fora de serviço no mês Vo6 = Total de horas no mês	Avaliar a eficiência de um determinado reservatório
IOA-04	Baixa Pressão na Linha	É a razão entre a quantidade de ocorrências de pressões abaixo do mínimo admissível e o total de verificações realizadas no mês	Mensal	%	IOA 04 = $Vo7 / Vo8 * 100$	Vo7 = Total de ocorrências de baixa pressão comprovada no mês Vo8 = Total de verificações de pressão no mês	Avaliar as condições gerais de pressão nas linhas
IOA-05	Avaliação do Coeficiente "C" de Hazen-Willians	É a razão entre o coeficiente "C" medido por Pitometria e o coeficiente "C" da tubulação nova	Anual	%	IOA 05 = $Vo9 / Vo10 * 100$	Vo9 = Coeficiente "C" medido por Pitometria numa linha Vo10 = Coeficiente "C" da tubulação nova da linha	Avaliar a condição de fluxo de uma determinada linha

## **6 - MANUTENÇÃO DE ADUTORAS - PROCEDIMENTOS**

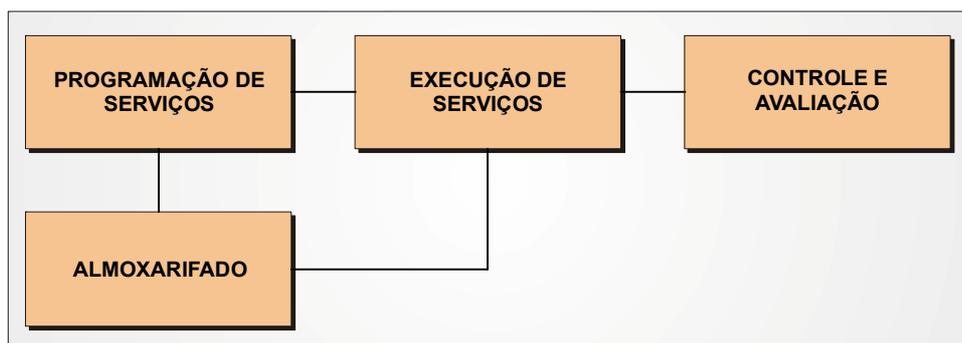
## 6 - MANUTENÇÃO DE ADUTORAS - PROCEDIMENTOS

### 6.1 - PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES

Se propõem quatro procedimentos básicos para a realização da Manutenção de Adutoras:

- PROCEDIMENTO MA 01 - Programação de Serviços de Manutenção de Adutoras;
- PROCEDIMENTO MA 02 - Execução de Serviços de Manutenção de Adutoras;
- PROCEDIMENTO MA 03 - Administração do Almojarifado da Área de Manutenção de Adutoras;
- PROCEDIMENTO MA 04 - Controle e Avaliação dos Serviços de Manutenção de Adutoras.

Esquemáticamente, esses procedimentos se podem representar logicamente conforme a **Figura 6.1**.



**Figura 6.1** - Procedimentos Básicos de Manutenção de Adutoras

#### 6.1.1 - Procedimento MA01 - Programação dos Serviços de Manutenção de Adutoras

##### – MA01.1 - OBJETIVO

Proporcionar apoio para estabelecer uma rotina de programação dos serviços e apresentar os formulários gerados nesta etapa da manutenção de adutoras.

##### – MA01.2 - REQUISITOS

Ademais das informações e recursos apresentados em outros itens deste Manual, são imprescindíveis os seguintes elementos de apoio:

- Solicitação de Serviços pelos usuários e por outras unidades da COGERH;



- Informações do Cadastro Técnico;
- Informações do Controle de Operação.

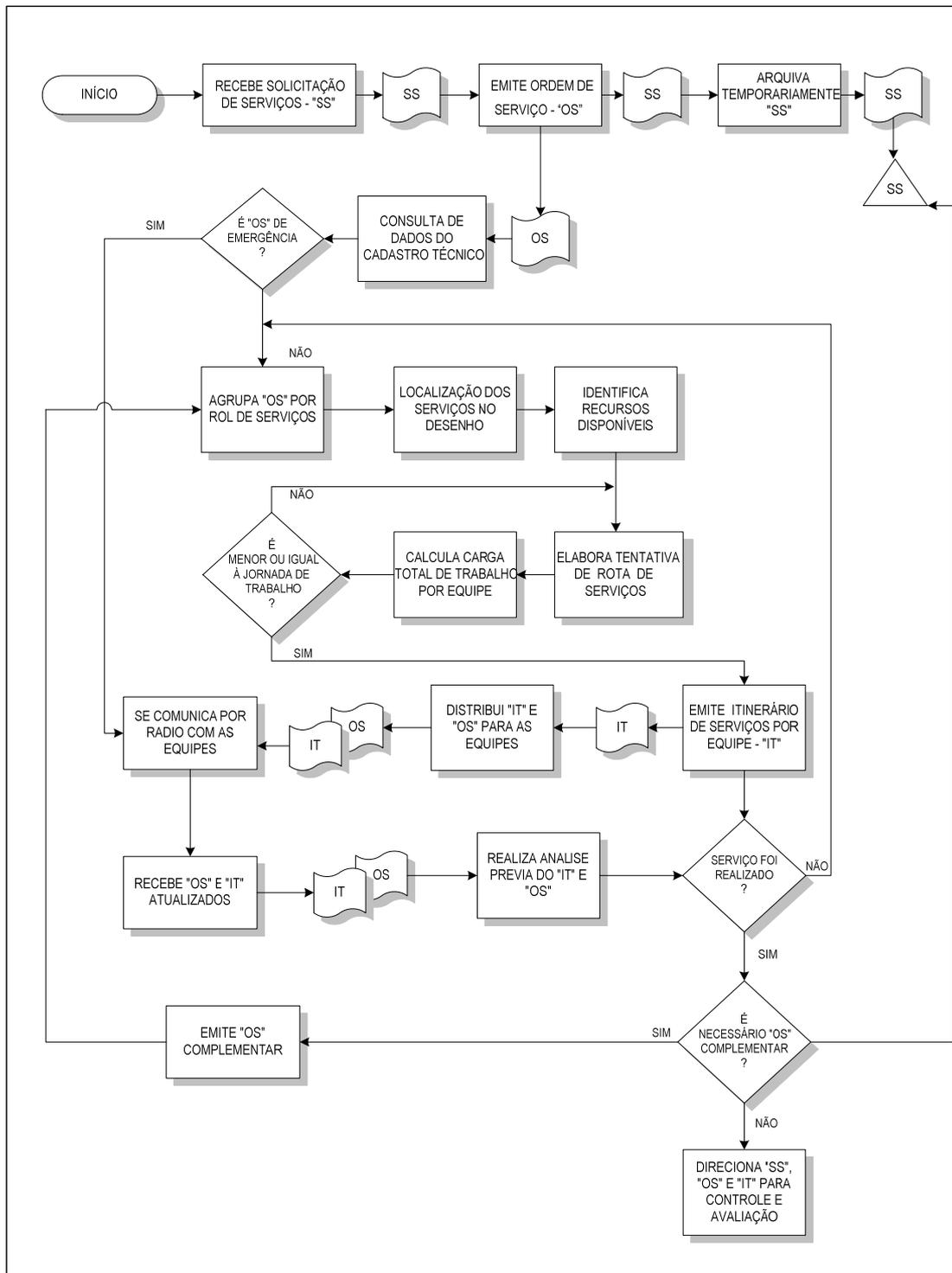
– **MA01.3 - DESCRIÇÃO DAS ETAPAS**

- a) Recebe os formulários Solicitação de Serviços - “SS” das diversas fontes/origens da COGERH.
- b) Emite o formulário Ordem de Serviço - “OS” a partir dos dados contidos na “SS”, complementando, se necessário, com dados do Cadastro Técnico e do Centro de Controle de Operação.
  - Arquivar temporariamente as “SS”.
- c) Verifica se é serviço de emergência.
  - Si é afirmativo, se comunica por rádio com a equipe de trabalho apropriada que se encontre mais próximo do local do serviço.
- d) Se não é um caso de emergência, agrupa as “OS” por Rol de Serviço e localiza os mesmos no mapa de programação.
- e) Identifica os recursos humanos e materiais disponíveis.
- f) Elabora tentativa de Rotas de Serviços, calculando a carga total de trabalho por equipe de trabalho.
- g) Verifica se este é menor ou igual ao tempo disponível na jornada de trabalho.
  - Se é maior, elabora nova tentativa de Rota de Serviço.
- h) Se é menor ou igual, emite o formulário Itinerário de Serviços - “IT”.
- i) Ao iniciar a jornada diária, distribui o “IT” e as “OS” às equipes de trabalho.
- j) Recebe comunicação por rádio do início e término da execução de cada serviço ou em caso que se necessite apoio.
  - Atualiza o mapa de programação.
- k) Recebe todos os “IT” e “OS” das equipes ao finalizar a jornada diária e realiza análise prévia dos mesmos.
- l) Reprograma os serviços se não foram executados.
- m) Emite “OS” complementar se é necessário.

n) Direciona as “SS”, “OS” e “IT” para o Controle e Avaliação.

– **MA01.4 - DIAGRAMA**

Na continuação se apresenta na **Figura 6.2** o diagrama de fluxo das atividades.



**Figura 6.2 - Fluxograma Geral de Programação de Serviços de Manutenção**



MA01.5 - FORMULÁRIO

MA01.5.1 - Ordem De Serviço - OS

a) Objetivo

Os objetivos de uma “OS” são:

- Informar às unidades executoras de manutenção da necessidade de execução de um serviço;
- Registrar e recopilar os dados relativos à execução dos serviços, como: tipo de serviço executado, material aplicado, mão de obra empregada, tempos de execução, etc.

b) Distribuição

- O formulário original é emitido pela Programação; depois que a Execução completa a informação e esta seja analisada por Controle e Avaliação, este será arquivado nesta área.

c) Instruções de Preenchimento

25 -Data OS

- Indicar a data da OS.

26 -N° OS

- Registrar o número sequencial da OS

27 -Data SS

- Indicar a data de emissão da SS obtida da mesma.

28 -N° SS

- Registrar o número da SS de origem.

29 -Serviço Solicitado

- Descrever o serviço solicitado, obtido da SS.

30 -Código Serviço

- Registrar o código do serviço solicitado; obtido da SS.

31 -Endereço



- Indicar o endereço do serviço, obtido da SS.

32 -Interior

- Registrar dados adicionais para melhor identificação do acesso no local do serviço.

9 ao 15 - Cadastro Prévio

Informar, se é possível, dados prévios da adutora obtidos do Cadastro Técnico.

A partir do item 16 até o final, o registro de dados é de responsabilidade da  
**EXECUÇÃO.**

16 -Serviço Executado

- Descrever o serviço executado ou o motivo da não execução.

17 -Código Serviço

- Registrar o código do serviço executado ou o motivo da não execução.

18 -Equipe Código

- Preencher com o código da Equipe executora do serviço.

19 -Componentes

- Identificar com os N° correspondentes do campo 32, os empregados executores do serviço.

20 e 21 - Horário

- Registrar os horários de início e término do serviço.

22 -Data

- Colocar a data da execução do serviço.

23 ao 29 - Atualização Cadastro

- Registrar si é possível, os dados referentes à atualização do cadastro.

j) Total Horas - Equipamentos Utilizados

- Registrar, se foi utilizado, o total de horas por equipamento.

23 -Equipamento Utilizado

- Espaço em branco para registro de outros equipamentos não declarados.



24 -Nome dos Componentes

- Identificar os componentes da Equipe que executarão o serviço. Os números correspondentes deverão ser utilizados para a descrição do campo 19.

33 e 34 - Nome do Responsável e Firma

- Registrar o nome e firma do responsável pela Equipe.

35 ao 40 - Reposição de Pavimento

- Descrever o tipo de reposição de pavimento e as dimensões da vala.

41 -Sinalização Noturna

- Registrar a necessidade de execução de sinalização noturna da vala.

42 -Remoção de Material Excedente

- Indicar a necessidade de remoção de material excedente.

43 -Emprego da Compactadora

- Registrar a necessidade de empregar a compactadora.

44 -Outros

- Indicar outras possíveis necessidades de serviços complementares.

45 ao 50 - Descrição, Unidade e Quantidade de Materiais Utilizados

- Descrição de dados dos materiais utilizados na execução do serviço.

51 -Comprovante de Execução de Serviço

- Registrar dados do usuário do serviço executado, assim como a firma do mesmo, se for o caso.

d) Amostra do Formulário

Nas folhas seguintes se apresenta uma amostra do formulário (frente e verso – **Figuras 6.3 e 6.4**)

*MA01.5.2 - Itinerário de Serviço - "IT"*

a) Objetivo

- Orientar e definir uma sequência para a execução dos serviços.



b) Distribuição

- O formulário original, emitido pela Programação, é utilizado para orientar a execução de serviços e logo será arquivado no Controle e Avaliação.

c) Instruções de Preenchimento:

52 -Equipe

- Precisar o código da Equipe.

53 -Data

- Colocar a data de emissão.

54 -N° OS

- Indicar o N° do Ordem de Serviços.

55 -Endereço

- Anotar o endereço do serviço a executar.



COGERH	ORDEM DE SERVIÇO (OS)	DATA OS (1)	Nº OS (2)	
		DATA SS (3)	Nº SS (4)	
SOLICITAÇÃO	SERVIÇO SOLICITADO (5)	CÓDIGO DO SERVIÇO (6)		
	ENDEREÇO (7)			
	COMPLEMENTO (8)			
CADASTRO PREVIÓ	POSIÇÃO LINHA <input type="checkbox"/> (9) CALÇADA ADJACENTE <input type="checkbox"/> CENTRO VIA <input type="checkbox"/> CALÇADA OPOSTA <input type="checkbox"/>	COMPRIMENTO		
	PROFUNDIDADE (11) MATERIAL (12) DIÂMETRO (13) PAVIMENTO (14) N° DESENHO (15)			
SERVIÇO EXECUTADO	SERVIÇO EXECUTADO (16)	CÓDIGO DO SERVIÇO (17)		
	EQUIPE CÓDIGO (18) COMPONENTES (19) HORA DE INÍCIO (20) HORA DE TÉRMINO (21) DATA (22)			
	POSIÇÃO LINHA <input type="checkbox"/> CALÇADA ADJACENTE <input type="checkbox"/> CENTRO VIA <input type="checkbox"/> (23) CALÇADA OPOSTA <input type="checkbox"/>	COMPRIMENTO (24)		
CADASTRO ATUALIZAÇÃO	PROFUNDIDADE (25) MATERIAL (26) DIÂMETRO (27) PAVIMENTO (28) N° DESENHO (29)			
	TIPO EQUIPAMENTO	TOTAL (h)	TIPO EQUIPAMENTO	TOTAL (h)
EQUIPAMENTOS UTILIZADOS	RETROESCAVADEIRA	(30)	MOTOBOMBA	
	COMPACTADOR MANUAL		(31)	
SERVIÇOS COMPLEMENTARES	REPOSIÇÃO DE CALÇADA TIPO (35) COMPR. (m) (36) LARG. (m) (37)			
	REPOSIÇÃO DE VIA TIPO (38) COMPR. (m) (39) LARG. (m) (40)			
	SINALIZAÇÃO NOTURNA <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO (41) RETIRADA DE MATERIAL EXCEDENTE (42) <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO EMPREGO DE COMPACTADORA <input type="checkbox"/> SI (43) <input type="checkbox"/> NO			
	OUTROS (44)			
COMPONENTES	NOME (1) (32)	NOME (4)		
	NOME (2)	NOME (5)		
	NOME (3)	NOME (6)		
	NOME RESPONSÁVEL (33)	FIRMA (34)		
COMPROVANTE DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO				
DECLARA HAVER RECEBIDO, NA DATA, O SERVIÇO DE :				
- (51) _____				
- _____				
DA INSTALAÇÃO SITUADA NA:				
NOME		N° INSTALAÇÃO		
FIRMA		DATA		

FRENTE

Figura 6.3 - Formulário OS - Frente





56 -Serviço

- Explicar o serviço a executar; até este item a informação completa é de responsabilidade da Programação.

A partir do item 6 até o final, o registro de dados é de responsabilidade da Execução.

57 -Horário Saída

- Indicar o horário de saída da COGERH e posteriores saídas de cada endereço de serviço; a partir deste item a informação é de responsabilidade do condutor do veículo.

58 -Horário Chegada

- Indicar o horário de chegada a cada endereço de serviço e à COGERH, no final do turno de trabalho.

59 -Odômetro Saída Manhã (Contômetro)

- Registrar a quilometragem do odômetro na saída da COGERH pela manhã.

60 -Odômetro Chegada Manhã

- Registrar a quilometragem de retorno à COGERH pela manhã.

61 -Km Recorrido Manhã

- Indicar a quilometragem recorrida na manhã; obtida pela diferença entre 8 e 9.

62 -Odômetro Saída Tarde

- Registrar a quilometragem que marca o odômetro na saída da COGERH pela tarde.

63 -Odômetro Chegada Tarde

- Registrar a quilometragem que marca o odômetro na chegada da COGERH pela tarde.

64 -Km Recorrido Tarde

- Indicar a quilometragem recorrida na tarde; obtida pela diferença entre 12 e 11.



65 -Veículo

- Descrever o veículo utilizado.

66 -Condutor

- Descrever os dados do condutor do veículo.

67 -Km Total Dia

- Indicar a quilometragem recorrida no dia; obtido pela soma de 10 e 13.

a) Amostra do Formulário

- Se apresenta na seguinte folha uma amostra do formulário (**Figura 6.5**).





## **6.1.2 - Procedimento MA02 - Execução dos Serviços de Manutenção de Adutoras**

### **– MA02.1 - OBJETIVO**

- Apresentar um rotina que envolva a Execução dos serviços com a Programação, Almoxarifado e Controle e Avaliação.

### **– MA02.2 - REQUISITOS**

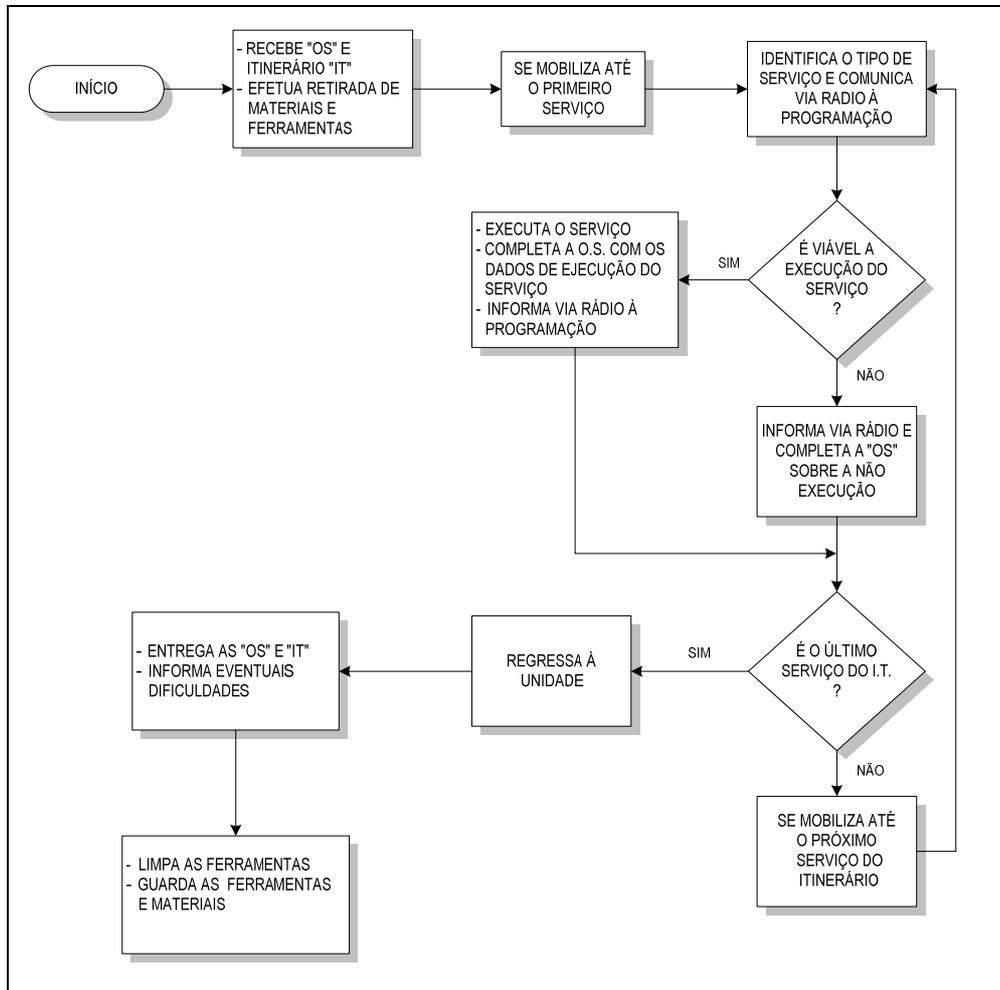
- Informações contidas em outros itens deste Manual.
- Rotinas específicas para a execução dos serviços.

### **– MA02.3 - DESCRIÇÃO DAS ETAPAS**

- a) A Equipe de trabalho recebe os formulários Ordem de Serviço - “OS” e Itinerário de Serviços - “IT” da Área de Programação ao iniciar a jornada de trabalho.
- b) Retira os materiais e ferramentas correspondentes.
- c) Se mobiliza até o primeiro serviço, previsto no “IT”.
- d) Identifica o tipo de serviço a executar e se comunica via rádio com a Programação, informando a viabilidade ou não da execução.
- e) Executa o serviço.
- f) Completa, com os dados de execução, os itens da “OS” e do “IT”.
- g) Comunica via rádio o término da execução do serviço.
- h) Regressa à Unidade e entrega as “OS” e “IT” à Programação.
- i) Limpa as ferramentas.
- j) Guarda as ferramentas e materiais sob sua responsabilidade.

– **MA02.5 - DIAGRAMA**

A continuação, se apresenta o diagrama do fluxo da atividade (**Figura 6.6**).



**Figura 6.6** - Fluxograma de Execução dos Serviços de Manutenção de Adutoras

### 6.1.3 - Procedimento MA03 - Almoxarifado da Área de Manutenção de Adutoras

– **MA03.1 - OBJETIVO**

- Orientar na atividade de manter e controlar os materiais, sob responsabilidade da unidade.

– **MA03.2 - REQUISITOS**

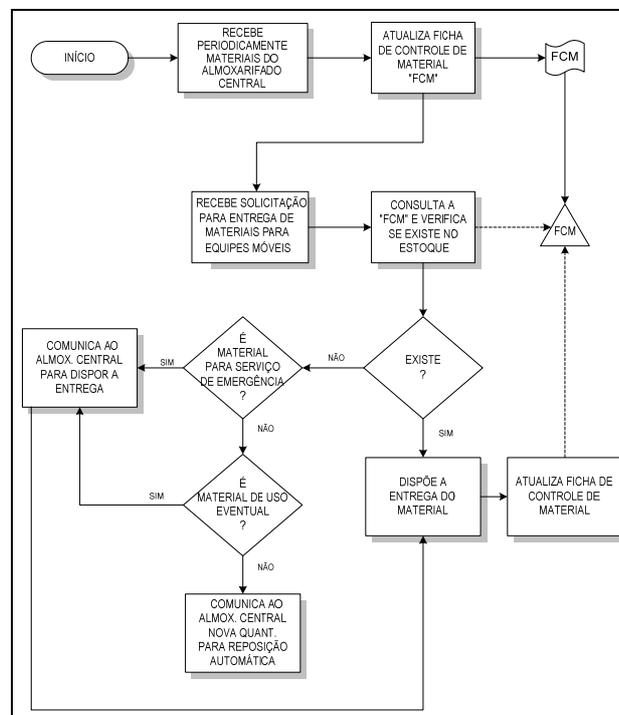
- Informações incluídas em outros itens deste Manual;
- Orientações técnicas e operacionais do Subsistema de Fornecimento;
- Solicitação dos equipamentos de trabalho.

– **MA03.3 - DESCRIÇÃO DAS ETAPAS**

- a) Recebe periodicamente os materiais necessários para a execução dos serviços, do Almojarifado Central subordinado à área de Fornecimento.
- b) Atualiza os dados no formulário Ficha de Controle de Material - “FCM”.
- c) Recebe solicitação das equipes de trabalho, para a entrega programada de materiais.
- d) Consulta a “FCM” e verifica se existe disponibilidade de material.
  - Se existe, entrega o material e atualiza a “FCM”.
- e) Si não existe, verifica se o material é para serviço de emergência.
  - Se não é, requisita ao Almojarifado Central nova quantidade para reposição automática.
- f) Se o material é para serviço de emergência, se comunica com o Almojarifado Central para dispor a entrega imediata do mesmo.

– **MA03.4 - DIAGRAMA**

Se apresenta na continuação o diagrama do fluxo da atividade (**Figura 6.7**).



**Figura 6.7** - Fluxograma de Procedimentos do Almojarifado da Área de Manutenção de Adutoras



MA03.5 - FICHA DE CONTROLE DE MATERIAL - FCM

*MA03.5.1 - OBJETIVO*

Tem por finalidade controlar o movimento de materiais e fornecimentos da atividade de Manutenção, através de registros diários de todos os ingressos e saídas de materiais. Esta ficha oferecerá condições para verificar, em qualquer instante, o estoque existente.

É importante assinalar que este formulário é de uso geral na atividade de Manutenção.

*MA03.5.2 - DISTRIBUIÇÃO*

Ficha para controle de estoque, não tem distribuição.

*MA03.5.3 - INSTRUÇÕES DE PREENCHIMENTO*

68 -Número

Colocar o número que indica a seqüência das fichas que estão sendo utilizadas para o controle do material.

69 -Descrição do Material

Detalhar o nome do material que está sendo controlado através da ficha.

70 -Unidade

Detalhar o nome da unidade de padrão de controle do material, de acordo a cada tipo, ou seja, peça, metros, litros, etc.

71 -Código

Colocar o número de código específico dos materiais que estão sendo controlados.

72 -Consumo Mensal

Colocar o número correspondente no consumo calculado pela diferença da soma de todos os ingressos e saídas de materiais durante o mês.

73 -Data

Colocar a data de entrada/saída do material.



74 -Espécie

Descrever a sigla do nome do documento que originou o ingresso/saída do material.

75 -Número

Descrever o número do documento que originou o ingresso/saída do material.

76 -Entrada

Indicar na primeira linha a quantidade saldo a transportar da folha anterior; nas linhas seguintes a quantidade do material recebido o entregue.

77 -Saída

Indicar a quantidade correspondente do material entregue.

78 -Saldo

Colocar o número que indica o saldo, que é igual ao saldo existente na linha anterior, somado com a entrada (ou diminuída da saída). O valor do saldo é a posição do estoque.

79 -A transportar

Quantidade a transportar na próxima folha (**Figura 6.8**).



COGERH		FICHA DE CONTROLE DE MATERIAIS (FCM)		N° 4	
DESCRIÇÃO DO MATERIAL (2)		UNIDADE (3)	CÓDIGO (4)	CONSUMO MENSAL (5)	
DATA	DOCUMENTO		QUANTIDADES		
	ESPÉCIE	NÚMERO	ENTRADA	SAÍDA	SALDO
12/08/96	Transporte	Folha 3	147		147
15/08/96	EM	247/96	32		179
22/08/96	SM	534/96		43	136
(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
A TRANSPORTAR			(12)		

Figura 6.8 - Exemplo de Ficha de Controle de Materiais - FCM





### **6.1.4 - Procedimento MA04 - Controle e Avaliação dos Serviços de Manutenção de Adutoras**

#### **– MA04.1 - OBJETIVOS**

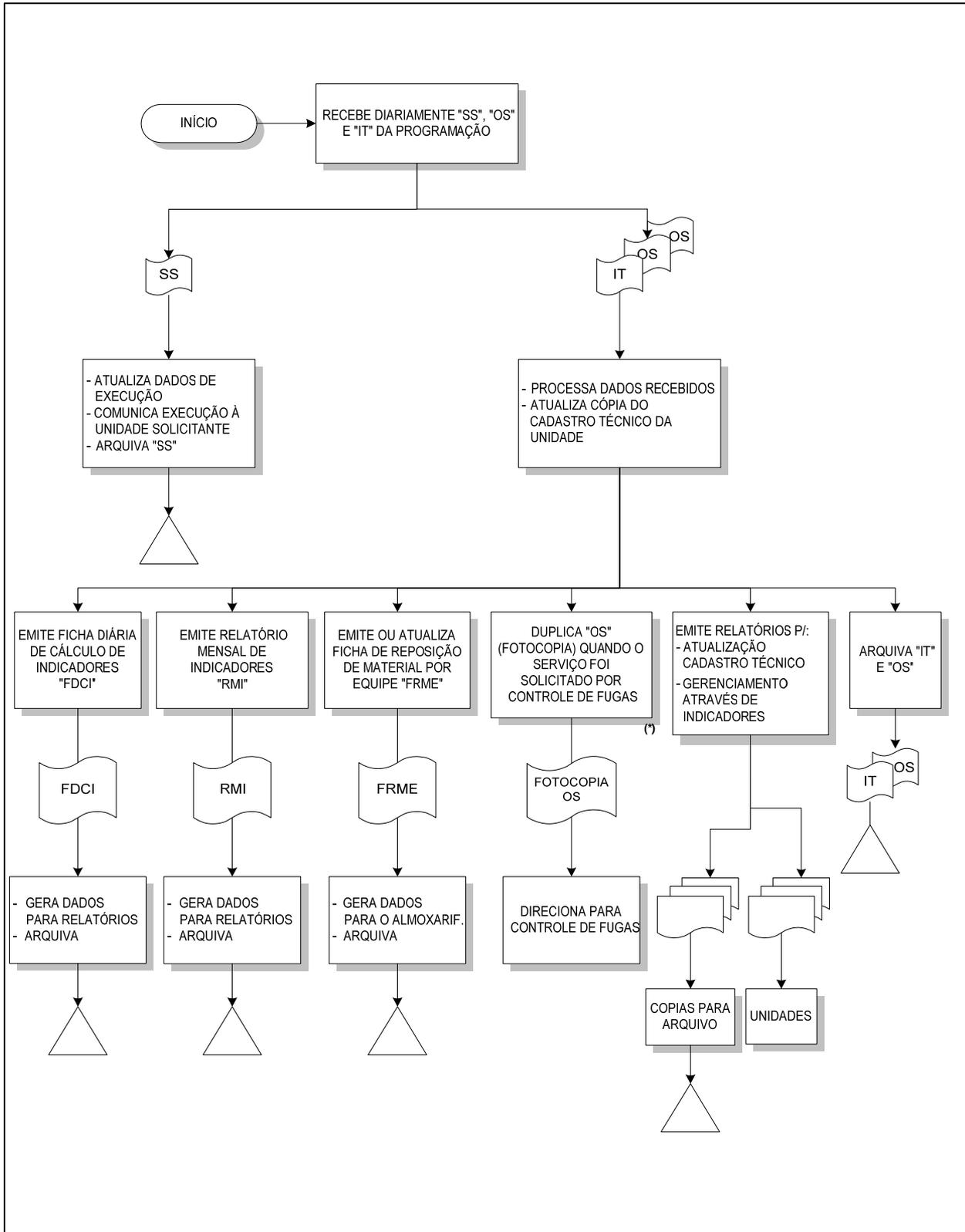
Proporcionar subsídios para o estabelecimento de uma rotina para o controle e a avaliação da execução dos serviços a cargo da área de manutenção de adutoras.

#### **– MA04.2 - DESCRIÇÃO DAS ETAPAS**

- a) Recebe diariamente os formulários “SS”, “OS” e “IT”, da área de Programação;
- b) Atualiza os dados da “SS”, comunica execução à unidade solicitante e arquiva o formulário;
- c) Requer dados recebidos nas “OS” e “IT”, atualizando temporariamente os dados do Cadastro Técnico;
- d) Prepara fotocópias das “OS” quando o serviço foi solicitado pelo “Controle de Fugas”, derivando-as a esta unidade;
- e) Emite os seguintes formulários, efetuando os cálculos necessários:
  - Ficha Diária de Cálculo de Indicadores - “FDCI”;
  - Relatório Mensal de Indicadores - “RMI”;
  - Ficha de Reposição de Material por Equipe - “FRME”;
  - Relatório de Atualização de Cadastro Técnico - “RACT”.
- f) Direciona os formulários originais e relatórios às unidades responsáveis;
- g) Arquivar “OS”, “IT” e formulários originais gerados.

#### **– MA04.3 - DIAGRAMA**

Se apresenta na continuação o diagrama do fluxo da atividade (**Figura 6.10**)



**Figura 6.10 - Fluxograma de Controle e Avaliação dos Serviços de Manutenção de Adutoras**



**– MA04.4 - FORMULÁRIOS**

*MA04.4.1 - Ficha Diária de Cálculo de Indicadores - “FDCI”*

a) Objetivo

- Compilar dados diários para geração dos indicadores propostos.

b) Distribuição

- É emitido pelo Controle e Avaliação em original e se arquiva na unidade.

c) Instruções de Preenchimento:

80 -Tipos de Equipe, Código da Equipe e Componentes

- Colocar o tipo de Equipe, seu código e o nome dos componentes.

81 -Data, Veículo

- Colocar a data correspondente e o número de identificação do veículo.

82 -Odômetro: Saída/Chegada - km. Recorridos

- Colocar a leitura do odômetro na saída e chegada do veículo e o total de Km. recorridos durante o dia.

83 -Número “OS”, Código do Serviço, Número de Homens Previstos / Utilizados

- Descrever o N° de “OS”, código do serviço realizado, número de homens previstos e número de homens que realizaram o serviço.

84 -Performance

- Colocar o tempo padrão correspondente ao código do serviço executado, assim como o tempo real.

85 -Observações

- Adicionar, quando seja necessário, alguma informação complementar.

86 -Totais:

7.1 - Total de homens Previstos/Realizados;

7.2 - Total dos tempos padrões;

7.3 - Total dos tempos reais.



87 -Performance (Aplicação da Fórmula)

- Aplicar a fórmula indicada, dividindo o produto do total do Tempo Padrão (Tp) e Total Homem Previstos (Hp), entre o produto do total do Tempo Real (Tr) e Total de Homens Utilizados (Hu). Multiplicar o resultado por 100 para obter a porcentagem.

88 -Produtividade

- Aplicar a fórmula indicada, dividindo o Total das Horas Produtivas (Hp) entre as Horas Totais (Ht) no dia considerado. Multiplicar o resultado por 100 para obter a porcentagem.

89 -Eficiência de Rota

- Aplicar a fórmula correspondente, dividindo o total de quilômetros recorridos no dia entre o total de serviços executados. O resultado desta operação é a média de quilômetros recorridos pelos serviços executados.

d) Amostra do Formulário (**Figura 6.11**)

*MA04.4.2 - Relatório Mensal de Indicadores - "RMI"*

a) Objetivo

- Registrar os indicadores mensais por Equipe.

b) Distribuição

- O formulário é emitido em duas vias, pelo Controle e Avaliação;
- Uma cópia, se arquivará na própria unidade;
- A segunda cópia se entregará ao Chefe ou Encarregado da Equipe de Trabalho de Manutenção de Aduoras.

c) Instruções de Preenchimento

90 -Mês/Ano, Tipo de Equipe, Código da Equipe, responsável pela Equipe.

- Preencher com o mês/ano, tipo e código da Equipe e nome do responsável por esta.

91 -Performance

- Colocar o tempo padrão, tempo real e performance.

92 -Produtividade

- Colocar o tempo produtivo, tempo total e produtividade.



93 -Rota

- Colocar o Km. recorrido, total serviços realizados e eficiência de rota.

94 -Sommas

5.1. Totais de Tempo Padrão (a)

- Totais de Tempo Real (b)
- Totais de Performance (c)

5.2. Totais de Tempo Produtivo (a)

- Totais de Tempo Total (b)
- Totais de Produtividade (c)

5.3. Totais de Km. recorrido (a)

- Totais de Serviços realizados (b)
- Totais de Eficiência de Rota (c)

d) Amostra do Formulário (**Figura 6.12**)

COGERH		FICHA DIÁRIA DE CÁLCULOS DE INDICADORES (FDCI)					
TIPO DE EQUIPE _____		CÓDIGO DA EQUIPE _____				DATA (2)	
COMPONENTE EQUIPE	1. _____						VEÍCULO :
	2. _____						
	3. (1) _____						HORÁRIO
	4. _____						SAÍDA (3)
	5. _____						CHEGADA (3)
	6. _____						TOTAL RECORRIDO NO DIA (KM)
QUANT	N° OS	CÓDIGO DO SERVIÇO	N° HOMENS		PERFORMANCE		OBSERVAÇÕES
			PREV.	UTIL.	TEMPO PADRÃO	TEMPO REAL	
			Hp	Hu	Tp	Tr	
01	(4)	(4)	(4)	(5.4)	(5)	(5)	(6)
02							
03							
04							
05							
06							
07							
08							
09							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20			(7)		(7)	(7)	
TOT							
INDICADORES	1. PERFORMANCE (8)		$\frac{\text{TOTAL Tp} \times \text{TOTAL Hp}}{\text{TOTAL Tr} \times \text{TOTAL Hu}} = X \ 100 = \quad \%$				
	2. PRODUTIVIDADE (9)		$\frac{\text{hp}}{\text{ht}} = X \ 100 = \quad \%$				
	3. EFICIÊNCIA DE ROTA (10)		$\frac{\text{KM RECORRIDOS}}{\text{SERVIÇOS}} = \text{KM/SERVIÇO}$				

**Figura 6.11 - Formulário Ficha Diária de Cálculo de Indicadores FDCI**

COGERH		RELATÓRIO MENSAL DE INDICADORES (RMI)						N°	
MES/ANO		EQUIPE DE		CÓDIGO DA EQUIPE		RESPONSÁVEL PELA EQUIPE			
1		1		1		1			
D I A	PERFORMANCE 2			PRODUTIVIDADE 3			ROTA 4		
	TEMPO PADRÃO	TEMPO REAL	PERFORMANCE	TEMPO PRODUTIVO	TEMPO TOTAL	PRODUTIVIDADE	Km RECORRIDO	SERVIÇO REAL	EFICIÊNCIA ROTA
01									
02									
03									
04									
05									
06									
07									
08									
09									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
SOMAS	a	b	ACUMULADO c	a	b	ACUMULADO c	a	b	ACUMULADO c
	5.1			5.2			5.3		

**Figura 6.12 - Formulário Relatório Mensal de Indicadores RMI**



MA04.4.3 - Ficha de Reposição de Material por Equipe - "FRME"

a) Objetivo

- Efetuar o seguimento de aplicação de materiais por Equipe de Trabalho e a disponibilidade dos mesmos.

b) Distribuição

- O formulário original é emitido pelo Controle e Avaliação em original e se arquiva na unidade.

c) Instruções de Preenchimento

95 -Tipo de Equipe

- Descrever o tipo de equipe que tem a referida carga do material.

96 -Código da Equipe / Nome do Responsável

- Colocar o código da Equipe correspondente, assim como o nome do responsável pela mesma.

97 -Veículo

- Anotar o número do veículo correspondente.

98 -Período

- Colocar a data de início e término do período correspondente.

99 -Especificação do Material

- Efetuar a descrição toda vez que for necessário, incluindo a qualidade do material que não se encontre especificado no referido formulário.

100 - Carga Prevista

- Descrever a quantidade de material mínimo necessário à manipulação das Equipes, em um determinado lapso.

101 - Total/Acumulado

- Colocar a quantidade de material utilizado diariamente na execução dos serviços e o acumulado.



102 - Quantidade a repor

- Descrever a quantidade de material a repor, para as Equipes de manutenção.

103 - Registro do N° de “OS”

- Colocar o número da “OS” que gerou a aplicação dos materiais no período considerado, permitindo atender consultas sempre que seja necessário.

d) Amostra do Formulário (**Figura 6.13**)





**– MA04.5 - RELATÓRIO DE ATUALIZAÇÃO DE CADASTRO TÉCNICO - “RACT”**

*MA04.5.1 - Objetivo*

- Proporcionar subsídios, gerados pela área de Execução de Serviços, para a atualização de dados do Cadastro Técnico.

*MA04.5.2 - Distribuição*

- O Controle e Avaliação emite o formulário para o Cadastro Técnico;
- Emite formulário RACT;
- Anexa o formulário OS com o croquis correspondente;
- Envia os dois formulários ao Cadastro Técnico;
- Logo de processado, o Cadastro Técnico devolve a OS e arquiva o IACT;
- A Manutenção de Adutoras arquiva a OS.

*MA04.5.3 - Instruções de Preenchimento*

104 - Número

- Registrar a numeração sequencial do formulário.

105 - Data

- Indicar a data de emissão.

106 - Endereço

- Informar o endereço do serviço efetuado, o qual gera a informação do cadastro.

107 - Ruas Laterais

- Informar sempre que seja possível, as ruas laterais onde se localiza o serviço.

108 - AB/AT

Indicar se é:

- Adutora de água bruta - AB
- Adutora de água tratada – AT



109 - N° Desenho

- Registrar o N° do Desenho.

110 - Profundidade

- Indicar a profundidade da adutora.

111 - Material

- Especificar o tipo de material da adutora.

112 - Diâmetro

- Especificar o diâmetro nominal da adutora.

113 - Pavimento

- Indicar o tipo de pavimento da via.

114 - Emitido por

- Indicar o nome do empregado emissor.

12 e 13 - Responsável e Firma

- Nome e firma do responsável.

*MA04.5.4 - Amostra do Formulário (Figura 6.14)*



COGERH	RELATÓRIO DE ATUALIZAÇÃO DE CADASTRO TÉCNICO (RACT)							Nº	1
								DATA	2
ENDEREÇO	VIAS LATERAIS	AID	Nº PLANTA	PROF (m)	MATERIAL	DIAMETRO	PAVIMENTO		
3	4	5	6	7	8	9	10		
EMITIDO POR : 11	RESPONSÁVEL: 12			FIRMA : 13					

Figura 6.14 - Formulário Relatório de Atualização de Cadastro Técnico RACT

## 6.2 - INDICADORES DE GESTÃO

### 6.2.1 - Variáveis

As variáveis necessárias para a geração dos indicadores se obtêm geralmente dos formulários antes apresentados.

Na continuação se apresenta o **Quadro 6.2** contendo estas variáveis e as respectivas origens.

**QUADRO 6.2 - VARIÁVEIS DE MANUTENÇÃO E ORIGENS RESPECTIVAS**

<b>VARIÁVEL</b>	<b>ORIGENS</b>	<b>CÓDIGO FORMULÁRIO</b>	<b>CAMPOS</b>
Tempo padrão/serviço	Tabela de Tempo Padrão	--	--
Tempo real/serviço	Ordem de Serviço	OS	5-20/ 5-21
Nº Homens previstos	Tabela de Tempo Padrão	--	--
Nº Homens utilizados	Ordem de Serviço	OS	5-19
Nº Homens x horas disponíveis	Ordem de Serviço	OS	5-19
Nº Homens x horas produtivas	Ordem de Serviço	OS	5-19/5-20/5-21
Km recorridos	Itinerário de Serviços	IT	5-10
Total de Endereços de serviços	Itinerário de Serviços	IT	5-3
Quantidade de Serviços Executados	Ordem de Serviço	OS	--
Quantidade de Serviços Solicitados	Solicitação de Serviços	--	--
Quantidade de Componentes	Ordem de Serviço	OS	5-19

