

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

UNIVERSIDADE DE STUTT GART

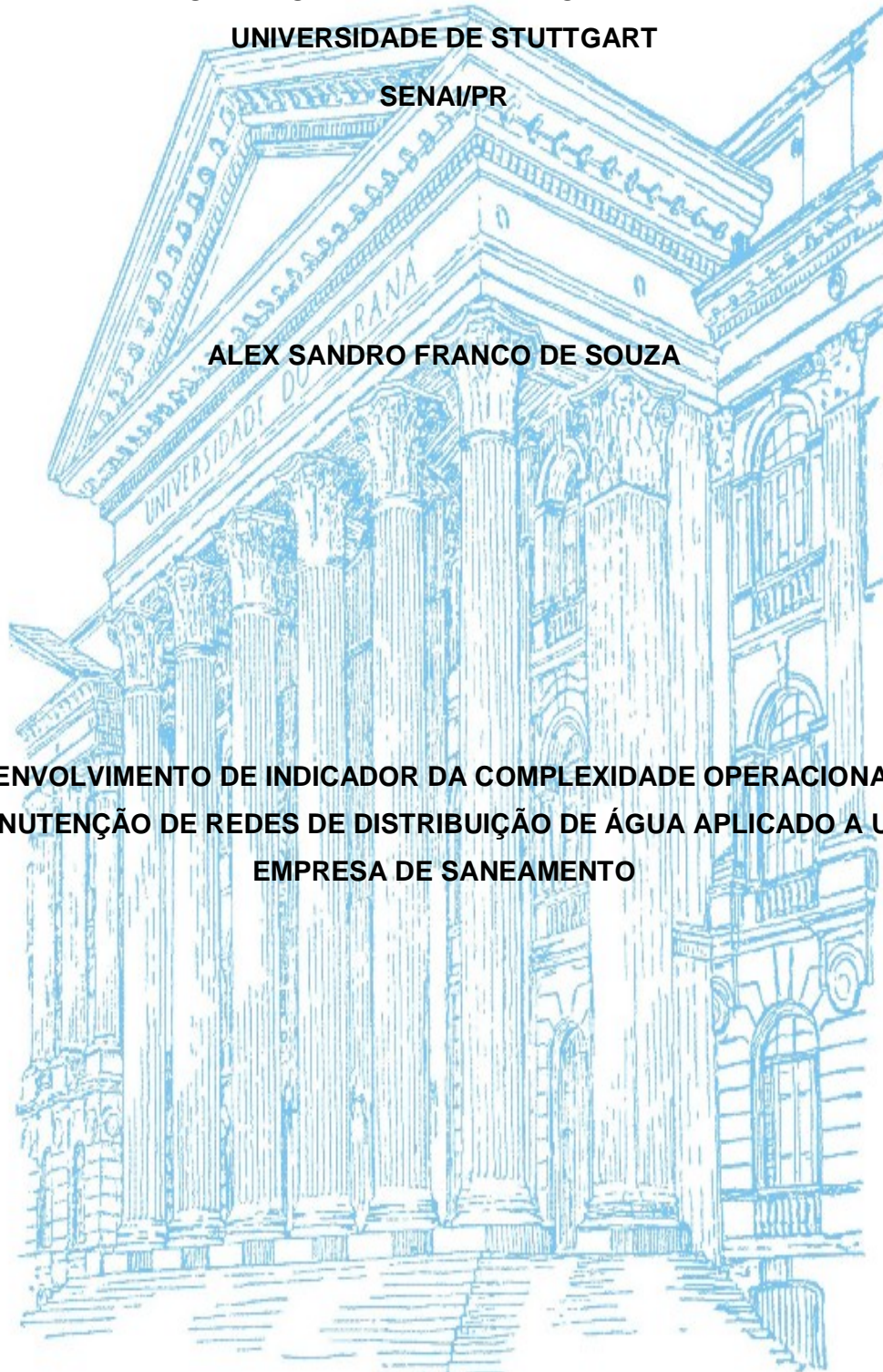
SENAI/PR

ALEX SANDRO FRANCO DE SOUZA

**DESENVOLVIMENTO DE INDICADOR DA COMPLEXIDADE OPERACIONAL DA
MANUTENÇÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA APLICADO A UMA
EMPRESA DE SANEAMENTO**

CURITIBA

2014



ALEX SANDRO FRANCO DE SOUZA

**DESENVOLVIMENTO DE INDICADOR DA COMPLEXIDADE OPERACIONAL DA
MANUTENÇÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA APLICADO A UMA
EMPRESA DE SANEAMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Meio Ambiente Urbano e Industrial do Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, em parceria com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial do Paraná e a *Universität Stuttgart*, Alemanha, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Meio Ambiente Urbano e Industrial.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Daniela Neuffer.
Co-Orientadora: Prof^a.Dr^a. Margarete C. Lass Erbe

CURITIBA

2014

S729d

Souza, Alex Sandro Franco de
Desenvolvimento de indicador da complexidade operacional da
manutenção de redes de distribuição de água aplicado a uma empresa de
saneamento/ Alex Sandro Franco de Souza. – Curitiba, 2014.
86, [15] f. : il. color. ; 30 cm.

Dissertação - SENAI; Universidade de Stuttgart; Universidade Federal do
Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Mestrado Profissional em Meio
Ambiente Urbano e Industrial, 2014.

Orientador: Daniela Neuffer – Co-orientador: Margarete C. Lass Erbe.
Bibliografia: p. 83-85.

1. Água - Distribuição - Manutenção. 2. Água - Custos. 3. Saneamento -
Indicadores. I. Universidade Federal do Paraná. II. SENAI. III. Universidade
de Stuttgart. IV. Neuffer, Daniela. V. Erbe, Margarete C. Lass. VI. Título.

CDD: 623.854

TERMO DE APROVAÇÃO

ALEX SANDRO FRANCO DE SOUZA

DESENVOLVIMENTO DE INDICADOR DA COMPLEXIDADE OPERACIONAL DA MANUTENÇÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA APLICADO À UMA EMPRESA DE SANEAMENTO

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Mestrado Profissional em Meio Ambiente Urbano e Industrial, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná em parceria com SENAI/PR e a *Universität Stuttgart*, Alemanha, pela seguinte banca examinadora:

Orientador(a):


Prof^a. Dr^a. DANIELA NEUFFER

PPGMAUI/ Universidade de Stuttgart

Coorientador(a):


Prof^a. Dr^a. MARGARETE CASAGRANDE LASS ERBE

PPGMAUI/ UFPR


Prof^a. Dr^a. REGINA MARIA MATOS JORGE

PPGMAUI/ UFPR


Prof^a. M.Sc. SANDRA MARA PEREIRA DE QUEIROZ

PPGMAUI/ UFPR


Prof. Dr. LUCIANO GOMES

IG-Transmissão e Distribuição de Eletricidade


Prof. Dr. RODRIGO DE CÁSSIO DA SILVA

IBEPEX – Grupo UNINTER


Prof^a. Dr^a. MARGARETE CASAGRANDE LASS ERBE

Coordenadora do PPGMAUI-UFPR

Curitiba, 18 de dezembro de 2014.

Dedico este trabalho à minha esposa Elizabeth pelo amor, orientação e paciência; a minha filha Mariáh e filho Guilherme, razão e alegria de meu viver; aos meus pais Wladimir e Maria Eridan pelo amor, carinho e oração. Aos meus sogros Beto e Elvira pelo apoio. A minha irmã Giseli, minha primeira professora, e aos cunhados Afif e Alexandre verdadeiros irmãos. Às minhas sobrinhas e afiliadas Marina e Isabele com quem exercitei pela primeira vez o carinho filial e a toda divindade celeste com quem estive em oração e ação neste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha orientadora Prof.^a Dr.^a Daniela Neuffer e minha co-orientadora Prof.^a Dr.^a Margarete Casagrande Lass Erbe pelas orientações e apoio técnico, disponibilidade e incentivo.

Ao Deutscher Akademischer Austausch Dienst – DAAD e ao governo Alemão pela oportunidade de participar do Curso de Extensão Internacional na Alemanha, por meio da bolsa de mestrado e aos professores brasileiros e alemães que nos orientaram nas visitas técnicas industriais e atividades pedagógicas na *Universität Stuttgart* – Alemanha.

Aos professores e à Secretaria do Programa de Mestrado Profissional em Meio Ambiente Urbano e Industrial da Universidade Federal do Paraná – UFPR, *Universität Stuttgart* e Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial do Paraná – SENAI-PR.

À Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR pelo incentivo, aos colegas e chefias da: Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Operacional – GPDO, Unidade Regional Curitiba Leste - URCTL, Unidade de Serviços de Recursos Humanos – USRH e colegas saneparianos que desenvolvem atividades na operação e manutenção de redes no estado com quem mantive contatos técnicos, cujos os nomes não posso citar, pois tornaria a lista muito longa. À amiga Edilamar da biblioteca e Eng^o Marcelo Dalcul Depexe.

Aos amigos do MAUI pela troca de conhecimento, amizade, companheirismo, no Brasil e Alemanha. Especialmente aos amigos Prof^a Maria Tereza Badoch da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR e M.Sc. Luciano Rodrigues Penido com quem discutimos sobre a dissertação e estudamos juntos as disciplinas.

RESUMO

O desenvolvimento de um Indicador da Complexidade Operacional da Manutenção (ICOM) é uma ferramenta de gerenciamento para os Sistemas de Gerências de Manutenção (SGM). As equipes que trabalham com manutenção de redes de distribuição de água são distintas das que trabalham com a manutenção de redes de coleta de esgoto. Um dos principais fatores é para evitar os problemas de contaminação de água motivado com o uso acidental e indevido de equipamentos operacionais, Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) contaminados com esgoto. O cálculo do ICOM está vinculado ao número de ligações de água e esgoto, extensão de rede e quantidade de serviços. O aumento ou a diminuição destes fatores operacionais de água e esgoto influenciam o cálculo. Desta forma as equipes podem apresentar composição desequilibrada, pois a empresa de execução dos serviços são estruturada baseando-se em ICOM que não faz distinção de fatores peculiares de água e esgoto. Usualmente as equipes operacionais de água tornam-se mais robusta e a equipe operacional de esgoto tende a ser formada com uma estrutura deficitária e a estrutura administrativa de água e esgoto é a mesma na empresa. Estudar e desenvolver um indicador separado para a água, pois acredita-se que no futuro terá empresas diferentes de água e esgoto para as diversas etapas operacionais, como percebe-se em algumas cidades da Alemanha. Este estudo visou desenvolver um indicador para a manutenção de redes de distribuição de água objetivando a redução de custos operacionais, redução de impactos ambientais negativos, otimização de mão de obra com uma maior especialização da equipe de água, operação e administração. O Indicador da Complexidade Operacional da Manutenção de Redes de Distribuição de Água (ICOM-RDA) que tem como aplicabilidade a definição da Base Operacional necessária para que os serviços ocorram dentro um padrão adequado a um custo otimizado.

Palavras-chave: Água. Base Operacional. Serviços em Redes de Água. Ligações de Água. Extensão de Redes. Economias.

ABSTRACT

The Maintenance Operational Complexity Indicator (MOCI) development is a management toll for the Maintenance Management Systems (MMS). The teams working with the maintenance water distribution networks are different from those who work with the sewer system network maintenance. One of the key factors is to avoid the water contamination problems due to the accidental and incorrect use of individual and collective contaminated operational equipment. The MOCI rate is normally linked to the number of sewer and water connections network extension and service quantity. The increase or decrease of these operational water and sewer factors has influenced the calculation. Thus, the teams can show unstable composition, because usually the company running the service is structured based on MOCI with makes no distinction of sewer and water peculiar factors. Usually the water operational teams become stronger and the sewer operational team tends to be formed by a failing structure and the sewer and water administrative structure is the same in the company. This situation led me to study and develop a separate water indicator, because in the future we might count with different sewer and water companies for the several operational stages. This fact is already happening in some German cities. This study aims at developing and indicator for the water distribution network maintenance aimed at reducing operational costs, reducing negative environmental impact, labor improvement with a higher specialization of the administrative and operational water teams. The Maintenance Operational Complexity Indicator of the Water Distribution Networks (MOCI-WDN), that has as applicability the Operational Base definition, is needed in order for the services to occur within an ideal standard with an optimized cost.

Key-words: Water. Operational Base. Water Networks Services. Water Connections. Network extension. Water Economies.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Sistema de tratamento de água para abastecimento | 30 |
| Figura 2 - Esquema de Estação de Tratamento de Água | 33 |
| Figura 3 – <i>Booster</i> | 50 |
| Figura 4 - Fluxograma - material e métodos | 56 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 - Categoria Residencial..... | 45 |
| Quadro 2 - Categoria Comercial..... | 45 |
| Quadro 3 - Categoria Industrial..... | 46 |
| Quadro 4 - Categoria Poder Público..... | 46 |
| Quadro 5 - Categoria Utilidades Públicas..... | 46 |
| Quadro 6 - Estrutura das Bases Operacionais..... | 57 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Quantidade de municípios atendidos no Brasil | 42 |
| Tabela 2 - Economias e valores calculados para ICOM-ECO | 63 |
| Tabela 3 - Extensão de rede e valores calculados para ICOM-ERDA | 64 |
| Tabela 4 - Serviços executados e valores calculados para ICOM-SERDA | 65 |
| Tabela 5 - Valores calculados para ICOM-RDA | 66 |
| Tabela 6 – Peso atribuídos às variáveis de composição do ICOM-RDA | 76 |
| Tabela 7 - ICOM-RDA total e médio, em função de municípios | 78 |
| Tabela 8 - Parâmetros de cálculo das bandas, em função das bases | 78 |
| Tabela 9 - Cálculo de quantidade de municípios, em função das bases | 79 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|------------|---|
| Ad | Adutora |
| AAB | Adutora de Água Bruta |
| AAT | Adutora de Água Tratada |
| ADASA | Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal |
| Cap | Captação |
| CASAN | Companhia Catarinense de Águas e Saneamento |
| CAUA | Crise no Abastecimento Urbano de Água |
| MCDA | Metodologias Multicriteriais de Apoio à Decisão |
| CBDB | Comitê Brasileiro de Barragens |
| DAAD | <i>Deutscher Akademischer Austausch Dienst</i> |
| EE | Estação Elevatória |
| EPC | Equipamento de Proteção Coletiva |
| EPI | Equipamento de Proteção Individual |
| ETA | Estação de Tratamento de Água |
| kPa | Quilopascal |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| ICOM | Indicador da Complexidade Operacional da Manutenção |
| ICOM-Eco | ICOM - Economias |
| ICOM-ERDA | ICOM - Extensão de Redes de Distribuição de Água |
| ICOM-RDA | ICOM - Redes de Distribuição de Água |
| ICOM-SERDA | ICOM - Serviços de Manutenção em RDA |
| GPDO | Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Operacional |
| MAUI | Mestrado Profissional em Ambiente Urbano e Industrial |
| mca | Metros de coluna de água |
| MMA | Ministério do Meio Ambiente |
| ONU | Organização das Nações Unidas |
| PVC | Policloreto de Vinila |
| RD | Rede de Distribuição |
| RDA | Rede de Distribuição de Água |

| | |
|---------------|---|
| RP | Ramal predial |
| Rsr | Reservatório |
| SANEPAR | Companhia de Saneamento do Paraná |
| SANESUL | Empresa de Saneamento do Estado de Mato Grosso do Sul |
| SAU-CESA/UFRJ | Simulador de Abastecimento Urbano (SAU), do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) |
| SENAI/PR | Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Paraná |
| SGM | Sistemas de Gerências de Manutenção |
| VRP | Válvula Redutora de Pressão |
| UNL | Unidades não lineares, localizadas ou não enterradas |
| UFPR | Universidade Federal do Paraná |
| UNICAMP | Universidade de Campinas |
| UL | Unidades Lineares |
| URCTL | Unidade Regional Curitiba Leste |
| URCTN | Unidade Regional Curitiba Norte |
| URCTS | Unidade Regional Curitiba Sul |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 17 |
| 1.1 | OBJETIVO GERAL | 20 |
| 1.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 20 |
| 2 | REVISÃO DE LITERATURA | 21 |
| 2.1 | ABASTECIMENTO DE ÁGUA – VISÃO GERAL | 21 |
| 2.1.1 | Recursos Hídricos no Brasil – Consumo e Demanda | 25 |
| 2.1.2 | Operação dos Sistemas de Distribuição de Água | 26 |
| 2.1.3 | Manutenção dos Sistemas Redes de Distribuição de Água | 27 |
| 2.1.4 | Demanda e Consumo de Água | 27 |
| 2.1.5 | Consumo per capita | 28 |
| 2.1.6 | Unidades de Abastecimento de Água | 29 |
| 2.1.7 | Tratamento de Água | 32 |
| 2.1.8 | Distribuição de Água | 35 |
| 2.1.9 | Instalações Prediais de Água | 38 |
| 2.1.10 | Perdas de Água | 39 |
| 2.2 | REDES EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO | 41 |
| 2.2.1 | Ligação de Água | 42 |
| 2.2.2 | Economia de Água | 44 |
| 2.2.3 | Extensão de Rede e Ramal Predial | 47 |
| 2.2.4 | Ramal predial | 47 |
| 2.2.5 | <i>Booster</i> | 49 |
| 2.2.6 | Serviços Executados | 50 |
| 2.2.7 | Tipos de Manutenção | 51 |
| 2.2.8 | Manutenção Corretiva | 52 |
| 3 | MATERIAL E MÉTODOS | 56 |
| 3.1 | DESCRIÇÃO DO SISTEMA OPERACIONAL DE MANUTENÇÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA | 57 |
| 3.1.1 | Ligação em Redes de Distribuição de Água | 59 |
| 3.1.2 | Economias de Rede de Distribuição de Água | 59 |
| 3.1.3 | Extensão de rede de distribuição de água | 59 |
| 3.1.4 | Serviços de manutenção de redes de distribuição de água | 59 |
| 3.2 | MÉTODO – ANÁLISE DAS DEMONSTRAÇÕES | 60 |

| | |
|---|-----------|
| 3.2.1 Procedimentos Analíticos Básicos..... | 60 |
| 3.2.2 Análise Horizontal | 60 |
| 3.2.3 Análise Vertical..... | 61 |
| 3.2.4 Demonstrações com Medidas Comuns..... | 62 |
| 3.2.5 Outras Medidas Analíticas..... | 62 |
| 3.3 MÉTODO – DESENVOLVIMENTO DOS ÍNDICES | 63 |
| 3.3.1 Análise do número de economias e ICOM-Eco..... | 63 |
| 3.3.2 Análise da metragem de extensão de rede e ICOM-ERDA | 64 |
| 3.3.3 Análise da quantidade de serviços executados em rede de distribuição de água e ICOM-SERDA | 64 |
| 3.3.4 Análise do Índice de Complexidade Operacional da Manutenção de Rede de Distribuição de Água - ICOM-RDA | 66 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES | 67 |
| 4.1 DADOS HISTÓRICOS LEVANTADOS | 67 |
| 4.2 ANÁLISE DO FLUXO DE MATERIAIS | 71 |
| 4.2.1 Dados para o Cálculo do ICOM-RDA..... | 72 |
| 4.2.2 Quantidade ou número de ligações de Água | 73 |
| 4.2.3 Relação Ligação e Economia de Água | 73 |
| 4.2.4 Relação Idade da Rede de Distribuição de Água e outros Fatores Operacionais estudados..... | 74 |
| 4.2.5 Relação Material de Execução da Rede de Distribuição de Água e outros Fatores Operacionais estudados..... | 74 |
| 4.2.6 Relação Tipo de Solo e outros Fatores Operacionais estudados..... | 75 |
| 4.2.7 Relação Tipo de Terreno e outros Fatores Operacionais estudados | 75 |
| 4.2.8 Pesos no calculo do ICOM-RDA..... | 76 |
| 4.2.9 Resumo das Informações do ICOM – RDA..... | 78 |
| 5 CONCLUSÃO | 81 |
| 6 REFERÊNCIAS | 83 |
| APÊNDICES | 86 |
| APÊNDICE 1 – ICOM-RDA – Base 1 a 3. | 1 |
| APÊNDICE 2 – ICOM-RDA – Base 4 | 2 |
| APÊNDICE 3 – ICOM-RDA – Base 5 – parte 1 | 3 |
| APÊNDICE 4 – ICOM-RDA – Base 5 – parte 2 | 4 |

| | |
|--|-----------|
| APÊNDICE 5 – ICOM-RDA – Base 5 – parte 3 | 5 |
| APÊNDICE 6 – ICOM-RDA – Base 6 – parte 1 | 6 |
| APÊNDICE 7 – ICOM-RDA – Base 6 – parte 2 | 7 |
| APÊNDICE 8 – ICOM-RDA – Base 6 – parte 3 | 8 |
| APÊNDICE 9 – ICOM-RDA – Base 6 – parte 4 | 9 |
| APÊNDICE 10 – ICOM-RDA – Base 6 – parte 5 | 10 |
| APÊNDICE 11 – ICOM-RDA – Base 6 – parte 6 | 11 |
| APÊNDICE 12 – ICOM-RDA – Base 6 – parte 7 | 12 |
| APÊNDICE 13 – ICOM-RDA – Base 6 - parte 8 | 13 |
| APÊNDICE 14 – ICOM-RDA – Base 6 - parte 9 | 14 |
| APÊNDICE 15 – ICOM-RDA – Resumo..... | 15 |

1 INTRODUÇÃO

O homem não vive sem água, os seres vivos não vivem sem água. A água é fator determinante de sobrevivência e a sua quantidade de água doce no planeta é limitada. A distribuição de água é desigual em tratando-se de mananciais de abastecimento, gerando a necessidade de sistemas de distribuição. Com o passar dos anos, o crescimento das cidades e avanços tecnológicos, o consumo de água vem aumentando e o esgoto devolvido cada vez mais complexo e cada vez mais difícil sua regeneração, fato este que obriga praticamente todo manancial de abastecimento ser tratado para adquirir a potabilidade. Além do consumo fisiológico a água é utilizada nos processos industriais, matéria prima de alimentos, agricultura, limpeza e laser.

A prioridade de uso do recurso hídrico perante as demais utilizações deve ser para o abastecimento da população. O abastecimento de água faz parte do processo do Ciclo do Abastecimento de Água. A Gestão de Recursos Hídricos faz parte de um ciclo composto de um conjunto de atividades inter-relacionadas com o objetivo de preservação do manancial. Capta-se a água bruta que é transportada em uma Adutora de Água Bruta (AAB) até a Estação de Tratamento de Água (ETA). A água após passar pelo processo de tratamento é transportada até os reservatórios, posicionados em local estratégico do sistema de abastecimento, em tubulações especiais chamadas de Adutoras de Água Tratada (AAT). A distribuição da água tratada inicia-se nas tubulações que tem origem nos reservatórios formando uma extensa rede. As zonas de pressão são setores de redes para a operar o sistema com eficiência, utilizando-se de equipamentos especiais que possibilita esta atividade ocorrer de forma independente e mantendo as pressões mínimas necessárias para o abastecimento das residências com água.

A operação e manutenção de redes de distribuição de água, para o efetivo abastecimento, precisa de empresas que mantenham todo o sistema distribuidor em estado de perfeita operação com manutenções preventivas, preditivas e corretivas. As equipes de manutenção saem de sua base operacional para realizar os serviços de campo, desta forma, a base operacional deve estar composta de elementos fundamentais que atendam as necessidades das equipes e serviços que serão realizados.

O dimensionamento da base operacional é fundamental, evidenciando a necessidade de desenvolver um Indicador da Complexidade Operacional de Manutenção de Redes de Distribuição de Água (ICOM - RDA), uma ferramenta que poderá tornar-se de grande importância para os Sistemas de Gerências de Manutenção (SGM) em Redes de Distribuição de Água (RDA).

O Índice de Complexidade Operacional Manutenção (ICOM), desenvolvido em experiência anterior, trabalha com fatores operacionais relativos à água e esgoto, mas percebeu-se algumas oportunidades de melhorias, pois as equipes que trabalham com água e esgoto são distintas, fato este, principalmente para evitar os problemas de contaminação. O contexto dos serviços de manutenção das estruturas de saneamento é diferenciado para as redes de água e de esgoto, pois normalmente a Rede de Distribuição de Água (RDA) é a primeira que se instala em uma área urbana. Sendo mais antigas, estas redes tem necessidade de manutenções mais constantes, além disto as redes de água são pressurizadas o que aumenta o desgaste das peças.

Um dos principais fatores, que motivam pensar separadamente redes de esgoto e água, é para que seja evitado os problemas de contaminação de água com o uso acidental e indevido de equipamentos operacionais, equipamentos de proteção individual e equipamentos de proteção coletiva contaminados com esgoto, acidentalmente. O cálculo do ICOM normalmente está vinculado ao número de ligações de água e esgoto, extensão de rede e quantidade de serviços. O aumento ou a diminuição destes fatores operacionais de água e esgoto influenciam o cálculo. Desta forma as equipes podem apresentar composição desequilibrada, pois normalmente a empresa de execução dos serviços são estruturada baseando-se em ICOM que não faz distinção de fatores peculiares de água e esgoto.

Usualmente as equipes operacionais de água tornam-se mais robusta e a equipe operacional de esgoto tende a ser formada com uma estrutura deficitária e a estrutura administrativa de água e esgoto é a mesma na empresa. Fato este que denota a necessidade de se estudar e desenvolver um indicador exclusivo para a água. Este aspecto aponta para a possibilidade de, em tempos futuros, o Brasil possua empresas atuando separadamente nas estruturas de água e de esgoto para as diversas etapas operacionais, o que já ocorre em algumas cidades da Alemanha. Este estudo visou desenvolver um indicador da complexidade operacional para a

manutenção de redes de distribuição de água objetivando a redução de custos operacionais, redução de impactos ambientais negativos, otimização de mão de obra com uma maior especialização da equipe de água operacional e administrativa, que poderia resumir-se como custo otimizado. O ICOM objetiva ter aplicabilidade para a definição de Bases Operacionais necessárias para que os serviços ocorram em padrão adequado, qualidade definida e custo otimizado.

1.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um indicador da complexidade operacional da manutenção de redes de distribuição de água (ICOM - RDA), que atenda os sistemas operacionais que o compõem, nos mais diversos portes, configurando uma ferramenta de tomada de decisão gerencial.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Identificar em empresa de saneamento os fatores operacionais relevantes para o cálculo de um indicador da complexidade operacional da manutenção de redes de distribuição de água.
- II. Atribuir peso e fórmula de cálculo para o desenvolvimento do indicador, criando faixas de complexidade para definir os tipos de bases operacionais por municípios ou outras porções territoriais.
- III. Sugerir infra-estrutura ideal, base operacional, para atender as áreas de operação e manutenção em uma qualidade ótima conforme faixas de complexidade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ABASTECIMENTO DE ÁGUA – VISÃO GERAL

Disponível ao homem, sendo um recurso natural e autossustentável e de alta capacidade de depuração, a água sempre foi tratada como um bem público de quantidade infinita. O crescimento das populações urbanas aumentou a quantidade de lançamentos de esgoto em corpos hídricos, como rios, lagos, córregos, represas, superando a capacidade de autodepuração suportável da carga poluidora (PHILIPPI JR, 2013).

O desenvolvimento sustentável, somente será atingido, quando a proteção ambiental integrar o processo de desenvolvimento, ou seja, tanto o desenvolvimento quando a proteção ambiental devem caminhar atrelados um ao outro (QUEIROZ, 2012).

A água é um recurso vital para todas as formas de vida na Terra, sendo essencial tanto para o desenvolvimento da civilização humana, como para o crescimento e desenvolvimento do meio ambiente do planeta, indispensável à saúde. A quantidade de água doce disponível para o consumo humano é fixa. Esta água deve também atender a irrigação de plantações e consumo industrial. A chuva, fonte de água doce, não é homogênea nas estações do ano, ou por regiões, o que determina um desequilíbrio entre demanda e disponibilidade de água. As barragens e reservatórios, há mais de quatro mil anos, vem auxiliar para coletar e armazenar grandes quantidades de água bruta, que será tratada e distribuída as populações, garantido água nos tempos de escassez (CBDB, 2010).

O conceito de qualidade da água, segundo a Engenharia Ambiental, é bastante amplo, pois as suas propriedades de solvência e a característica do arraste e incorporação de partículas e impurezas, assumindo suas propriedades, afetando o estado de qualidade da água. Este estado também é resultante da ação humana e dos fenômenos da natureza, podendo resumir que deriva do uso do solo e bacia hidrográfica pelo homem, desta forma destaca-se:

- Interferência do homem: concentrada ou difusa, concentrada através da produção de dejetos domésticos e industrial, ou difusa nas aplicações de defensivos na agricultura, sempre vão poluir as águas;

- Interferência nas bacias hidrográficas, em sua condição natural, preservada, a chuva quando escoar no solo, ou penetra no solo introduz na água dos mananciais impurezas, principalmente se o solo não tiver uma cobertura vegetal ideal (SPERLING, 2005).

O planeta Terra tem somente 1/3 de superfície como terra, 2/3 são água, o que calcula-se aproximadamente 360 milhões de km² de 510 milhões. Mas 98% da água disponível no planeta terra é salgada, sobrando somente 2% para os diversos usos como: beber, uso doméstico, industrial, agricultura, recreação e lazer, geração de energia, navegação, diluição de dejetos, consumo da fauna e flora (MARENGO, 2014).

Conforme estudos da Organização das Nações Unidas, divulgados na semana de comemoração do dia mundial da água, estima-se que em 2030, a população mundial necessitará de 40% a mais de água, o que foi destaque na reunião de Tóquio. Nos dias de hoje, 768 milhões de pessoas estão sem disponibilidade de água tratada e que não aperfeiçoam suas condições sanitárias a população é de aproximadamente 2,5 bilhões. Os principais desafios para nosso planeta são a água e a energia, conforme Michel Jarraud, secretário-geral da Organização Meteorológica Global e membro da ONU-Água, conforme nota divulgada.

Inaceitável esta situação, conforme Jarraud, pois as pessoas que sofrem com a inacessibilidade ao saneamento e água tratada, em muitas vezes, são as mesmas que não tem acesso à energia elétrica.

A necessidade de políticas e marcos regulatórios que unifiquem os estudos sobre prioridades nas áreas de água e energia são destaques do Relatório Global sobre Desenvolvimento e Água 2014 da ONU-Água. Outro destaque é a relação entre água e energia, pois em um de seus exemplos cita: a produção de energia diminui conforme agrava-se a seca e a ausência de energia elétrica reduz a capacidade de irrigação.

Conforme declaração do Diretor-Geral da Unido, Li Yong (AGÊNCIA BRASIL, 2014), o desenvolvimento industrial inclusivo e sustentável tem importância cada vez maior para a integração frutífera das dimensões social, econômica e ambiental.

A poluição e escassez dos recursos hídricos tem forte impacto nas dimensões citada acima pois:

- Prejudica a diluição de efluentes;
- Dificulta a conservação da fauna e flora;
- Compromete ecossistemas no seu equilíbrio;
- Permite a proliferação de doenças de vínculo hídrico pela ausência de água em quantidade e qualidade.
- Limita o progresso social e econômico, quando dificulta o desenvolvimento de ações de: pesca, paisagismo, indústria, energia elétrica, refrigeração de máquinas, produção de alimentos, navegação, turismo, agricultura.

Conflitos regionais têm ocorrido devido aos mesmos interesses de estados/países sobre o mesmo recurso hídrico, como exemplo, pode-se citar: rio Eufrates (Turquia e Iraque), rio Jordão e mananciais das colinas de Golã (Síria, Israel e Jordânia) e rio Paraná (Brasil, Argentina e Paraguai), dentre outros (PHILIPPI JR, 2013).

Do montante de água doce disponível, o consumo humano utiliza 8%, ao passo que as indústrias consomem 22%, e a agricultura responde por 70%. Em alguns casos a agricultura pode, em situações extremas, atingir o limite de 99%, restando somente 1% para o consumo humano, como no caso do país africano Madagascar, asiático Afeganistão e do sul-americano Guiana. Em contrapartida, países como alto desenvolvimento industrial, como é o caso da europeia Finlândia, a agricultura utiliza 3%, o consumo humano 12% e o setor industrial 85% (AGÊNCIA BRASIL, 2014).

A quantidade disponível de água está distribuída de forma irregular, fator este de forte impacto negativo para o planeta, sendo que 60% da água disponível para consumo estão em apenas três países, que são: Rússia, China e Brasil (PHILIPPI JR, 2013).

Conhecendo-se a distribuição geográfica da água é fundamental a informação do movimento da água de um meio para outro na Terra. Este movimento da água chama-se ciclo hidrológico (SPERLING, 2005).

O ciclo da água ou ciclo hidrológico é a movimentação constante da água dos solos dos continentes e da atmosfera terrestre. A energia do Sol e força da gravidade provocam este movimento. O Sol evapora a água e a força da gravidade faz com que as nuvens precipitem em forma de neve, granizo, chuva ou orvalho.

Em terra firme, ou seja, nos continentes, a água pode fazer caminhos diferentes como:

- Passar lentamente de forma líquida através de um meio, ou seja, percolar ou infiltrar no solo ou rochas, possibilitando formar aquíferos que aparecem na superfície em forma de nascentes, pântanos, fontes que vão alimentar lagos e rios.
- Escoar pela superfície, quando as chuvas, granizo ou neve se formam e o solo não consegue absorver todo o conteúdo.
- Evaporar a água dos rios, lagos, transpiração de animais e plantas, de modo ao vapor de água recarregar a atmosfera de água, um fenômeno chamado de evapotranspiração, que é a soma da transpiração com a evaporação.
- Congelar a água, fenômeno que ocorre no alto das montanhas e geleiras, formando densas camadas de gelo.

Convém destacar que a água, apesar de encontrar-se disponível nas diferentes condições superficial, subterrânea e atmosférica, é a mesma substância água, que apenas muda de condição física pelo ciclo hidrológico. A mesma água que precipita na forma gelada da neve, já esteve no subsolo, nos rios, lagos, mares, geleiras e mesmo em outras formas, sempre se movimentando no ciclo hidrológico (MMA, 2014).

O volume estimado de água doce disponível é de 44.800 km³, isto somados os volumes das águas em lagos, rios e no subsolo. Como o número de habitantes no planeta é aproximadamente 6,6 bilhões de pessoas, estima-se a disponibilidade de 591 m³ de água per capita. O consumo médio de cada pessoa é de 100 litro/habitante/dia, perfazendo a possibilidade de abastecer a população durante dezessete anos. Admitindo-se uma longevidade de setenta anos, cada pessoa utilizaria a mesma água pelo menos quatro vezes, o que torna evidente a

necessidade do tratamento de efluentes para a garantia de disponibilidade da água (PHILIPPI JR, 2013).

2.1.1 Recursos Hídricos no Brasil – Consumo e Demanda

O abastecimento de água é uma necessidade inseparável da história do homem. Desde que o homem começou a viver de forma sedentária, com a caça e a agricultura, a localização dos povoados foram determinados pela proximidade da água, abandonando a forma nômade. A demanda da água evoluiu do abastecimento de indivíduos para populações. Desta forma, a quantidade e qualidade da água deveria atender as necessidades humanas de: preparo dos alimentos, necessidades fisiológicas das pessoas, promover a limpeza e atender a agricultura com a irrigação das plantações.

Desde a Antigüidade, observam-se diversos fatos que demonstram o desenvolvimento durante a história da consciência da humanidade em relação ao abastecimento de água. A evolução foi demonstrada na tecnologia de captação, transporte, tratamento, reservação e distribuição de água.

A saúde da população e sua proteção são fatores determinantes na atribuição de fornecimento de água de qualidade para o desenvolvimento das culturas e da consciência da importância da água e preservação de seus mananciais de abastecimento, em todas as bacias hidrográficas. Os diferentes contextos históricos são fatores que também resultam da compreensão da importância da preservação da qualidade da água, nos seus mananciais (HELLER, 2006).

Ainda, segundo Heller (2006) a cronologia dos cuidados com o abastecimento de água apresenta-se como a seguir:

- Abastecer com água o consumo humano, da pecuária e agricultura de forma contínua e simultânea;
- Transportar água em tubulações (adutoras e redes) e canais;
- Captar a água subterrânea (poços);
- Armazenar água;
- Tratar a água (coagulantes, decantação ou floculação, filtração, desinfecção...);
- Acumular água em represas ou lagos artificiais;

- Elevar a água;
- Compreender a hidráulica;
- Organizar os serviços de abastecimento de água.

O Brasil possui cerca de 11,6% da água doce disponível nos mananciais superficiais do planeta. Essa quantidade, no entanto, está distribuída de forma muito heterogênea. A Região Sudeste, com 42,65% da população do país, possui apenas 6% dos recursos hídricos, enquanto que a Região Norte, com cerca de 6,98% da população, abocanha generosos 68,50% dos recursos hídricos (HELLER, 2006).

Do contraste entre as disponibilidades hídricas verificadas nas Regiões Brasileiras, constata-se a necessidade de cobrança dos volumes de água, em favor da sustentabilidade deste recurso.

Os valores a serem cobrados pelo consumo da água devem ser função do volume retirado e de seu regime de variação no caso das derivações, captações e extrações de água. Já para os esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, além do volume lançado e seu regime de variação, deverão ser observadas as características físico-químicas, e biológicas de toxicidade (PHILIPPI JR, 2013).

2.1.2 Operação dos Sistemas de Distribuição de Água

A operação dos sistemas de abastecimento de água devem apresentar uma metodologia capaz de alcançar a operação ótima de um sistema de distribuição de água, para isto deve-se relacionar: o consumo de energia, confiabilidade operacional, satisfação as demandas e controle das pressões nodais. É de fundamental importância adotar cinco parâmetros para avaliação do sistema operacional, modelo hidráulico, durante 24 horas de funcionamento, são eles: índice de consumo de energia, índice de nível d'água de reservatório, índice de atendimento de demanda, índice de adequação da pressão média e índice de mudanças operacionais (RIGHETTO, 2002).

As soluções ótimas obtidas em condições previstas em projeto e levantamento das necessidades ao qual este empreendimento deve responder poderão funcionar inadequadamente caso a realidade se mostre diferentemente do previsto. Em condições reais, os sistemas de abastecimento podem ser expostos a situações críticas de operação como: falha em equipamentos fundamentais para a

boa operação, como bombas e válvulas redutoras de pressão, a falta de energia ou alteração drásticas no consumo. Tais condições podem se estabelecer por alteração do escopo de abastecimento, seja de forma sazonal, quando por algum motivo a demanda cresce limitada a um determinado período, ou de forma permanente.

Somente uma atitude preventiva que considere os riscos desde o início do projeto até ao final do ciclo de vida das redes permite lidar com situações de incerteza. No início do projeto deve-se diagnosticar as possíveis alterações que a rede poderá apresentar e as soluções que poderão ser implantadas quando a necessidade aparecer (MARQUES, 2013).

2.1.3 Manutenção dos Sistemas Redes de Distribuição de Água

A manutenção dos sistemas de redes de distribuição de água se faz necessário, segundo Fontana (2012), devido ao desgaste e vida útil dos materiais que compõem uma rede de distribuição de água, desta forma ocorre rupturas na rede, gerando perdas de água e possível contaminação. Estas manutenções provocam paradas no abastecimento de água durante a manutenção ou conserto da rede e redução da disponibilidade de água no sistema provocando descontentamento dos usuários (FONTANA, 2012).

Os sistemas de controle das redes de distribuição de água deve conter de sensores, controladores, dispositivos especiais com o objetivo de fazer interligação por redes de comunicação com o sistema gerencial de manutenção de redes de distribuição de água, pois os sistemas de manutenção são caracterizados por um elevado número de processos concorrentes (KANESHIRO, 2010).

2.1.4 Demanda e Consumo de Água

Uma situação freqüentemente encontrada na gestão de recursos hídricos é a comparação da disponibilidade de água em uma bacia hidrográfica. A demanda é calculada de acordo com os usos atuais e futuros da água. A disponibilidade é a oferta de água proporcionada pela bacia, que depende de suas características naturais e do clima da região, e pode ser alterada pela criação de reservatórios ou pela transposição de água de bacias vizinhas (COLLISCHONN, 2011).

Instituído em 1992, o Dia Mundial da Água, é um resultado da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Eco-92, e tornou-se data de fórum de discussões sobre oferta e demanda de água, que muitas vezes vem gerando conflitos em todo o mundo. Normalmente nesta data a ONU publica estudos/relatórios sobre esta situação (AGÊNCIA BRASIL, 2014).

Os pesquisadores, presentes nas Universidades, empresas de saneamento e centros de pesquisa desenvolve soluções para resolver parcialmente, ou seja em local determinado, ou reduzir a demanda de água. O modelo para o combate a crises de abastecimento urbano de água, conforme Silva e Souza (2014), é fruto de pesquisas realizadas em prol do auxílio a planejamentos de medidas que objetivassem o combate à Crise no Abastecimento Urbano de Água (CAUA). Tais pesquisas prevêm uma série de técnicas integradas de inteligência artificial e Metodologias Multicriteriais de Apoio à Decisão (MCDa). Para a concretização destes esforços é necessário a criação de *software* para proporcionar o suporte ao conjunto de tomadas de decisão. Os resultados encontrados, para o CAUA, são os seguintes:

- Determinar o conhecimento de possíveis parâmetros para a solução da crise no abastecimento urbano de água;
- Listar os intervenientes externos e internos que influenciam a crise no abastecimento urbano de água;
- O desenvolvimento de um modelo híbrido de sistema de análise de decisão, com base em pressupostos da análise vetorial e de sistemas especialista baseados na gestão do conhecimento (SILVA e SOUZA, 2014).

2.1.5 Consumo per capita

O consumo per capita significa o valor consumido por cada pessoa é de fundamental conhecimento para que se possa definir as capacidades das diversas unidades que compõe as instalações para o abastecimento de água. Conceitualmente, o consumo per capita é obtido pela seguinte expressão matemática: divide-se a média diária do volume anual de uma dada população, dada

em metros cúbicos (m³), multiplicada pela quantidade de habitantes desta mesma população (hab.), multiplicada por mil (x 1.000). Sua unidade usual é L/hab. dia.

Os valores médios de consumo per capita compreende os volumes requeridos para satisfazer aos consumos domésticos, comercial, público e industrial, além das perdas no sistema. A seguir, são descritas as características de cada tipo de consumo.

O consumo doméstico refere-se à ingestão, às atividades higiênicas e de limpeza, ao preparo de alimentos e outros usos. É notória a intrínseca relação entre a utilização de água para consumo doméstico, a fragilização de sua quantidade e qualidade e a potencialidade de ocorrência de diversas doenças de transmissão hídrica. Decorre daí a importância fundamental de que as populações estejam providas de água com qualidade e quantidade tais que garantam a segurança em seu consumo e as práticas de higiene, principalmente visando à prevenção de doenças.

O consumo comercial inclui, entre outras, as demandas de água pôr hotéis, bares, restaurantes, escolas, hospitais, postos de gasolina e oficinas mecânicas.

A demanda de água para o uso público relaciona-se à manutenção de parques e jardins, monumentos, aeroportos, terminais rodoviários, limpeza de vias, prevenção de incêndios, entre outros, além do abastecimento aos próprios prédios públicos (prefeitura, órgãos governamentais, escolas, hospitais etc.)

O consumo industrial varia com as diversas tipologias industriais, podendo ocorrer como matéria-prima, na limpeza, no resfriamento, nas instalações sanitárias, cozinhas e refeitórios (HELLER, 2006).

2.1.6 Unidades de Abastecimento de Água

Um sistema de abastecimento de água inicia com a captação da água bruta no meio ambiente, passando por um tratamento adequado com o objetivo de torná-la potável, podendo ser finalmente distribuída até os consumidores, em quantidade suficiente para suprir suas necessidades de consumo. Esse sistema pode ser dimensionado para pequenas populações ou para grandes metrópoles, dependendo da necessidade da localidade. Como exemplo, o uso agrícola, residencial, comercial e industrial.

A Figura 1 exibe o esquema do sistema de tratamento de água para abastecimento de água. A primeira etapa é a captação de água, tanto em uma barragem, como a fio d'água, nos mananciais de rios ou lagos. Estas águas são aduzidas por uma elevatória de água bruta até a Estação de Tratamento de Água (ETA). A ETA, onde é feito o tratamento da água bruta até esta ficar potável, pronta para consumo humano.

A ETA é composta de: casa de química, com o conceito de local onde aplica-se os reagentes químicos e não somente o estoque dos produtos químicos que são utilizados na estação, que neste esquema é representada pelo tanque de coagulação e floculação, sendo o coagulante mais comum o produto químico sulfato de alumínio. No tanque de decantação, onde existe a formação do lodo devido a reação dos flocos de sólidos na água com o coagulante, a maior parte decanta ao fundo do tanque. A filtração, neste caso pela composição de camadas de elementos filtrantes, retém os flocos mais finos e leves.

Após a filtragem esta água vai receber a adição de cloro, cal e flúor, sendo o cloro e cal bactericida e o flúor para o auxílio da dentição infantil. Esta água estando pronta para o consumo humano e terminado o processo de tratamento de água, inicia-se a distribuição de água, com o Reservatório de Água Tratada, que regula a disponibilidade de água nos horários de grande consumo de água; adutora de água limpa para auxiliar a rede de distribuição de água até chegar às residências e/ou indústrias e comércio (UNICAMP, 2014).

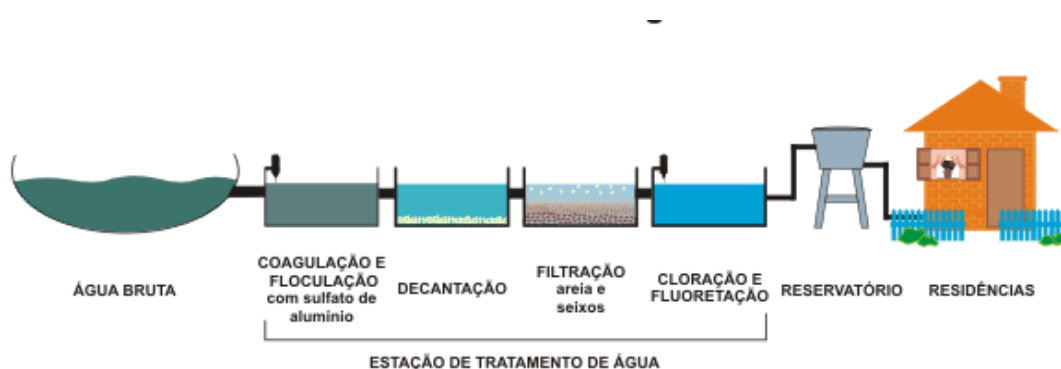


FIGURA 1 - SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO
FONTE: SANEPAR (2014)

O Sistema de Abastecimento de Água representa o conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados ao abastecimento de água potável de uma comunidade para diversos fins de consumo:

- Tratamento: com uma série de processos químicos e físicos, a água bruta torna-se potável para que possa ser distribuída à população;
- Reservação: depois de tratada, a água é bombeada até reservatórios para que fique à disposição da rede distribuidora;
- Distribuição: a parte final do sistema onde a água é efetivamente entregue ao consumidor, pronta para ser consumida (ADASA, 2014).

Para a realização destas etapas são necessárias unidades lineares e não lineares que compõe o sistema de abastecimento de água, como apresentado na seqüência:

- Unidades Lineares (UL): com a finalidade de transportar e distribuir água potável são formadas por tubulações e peças especiais como: captação, adutoras, rede de distribuição e ramal predial;
- Adutora (Ad): com o objetivo de transportar água em grande volume, da captação para a estação de tratamento de água, adutora de água bruta, ou da estação de tratamento de água para os reservatórios, adutora de água potável, podem funcionar por gravidade, recalque ou ambos;
- Rede de Distribuição (RD): sua finalidade é transportar a água da adutora de água potável ou reservatório para os ramais prediais, formada pelas linhas principais, de maior diâmetro, linhas tronco e os anéis e as linhas secundárias, de menor diâmetro;
- Ramal Predial (RP): é a tubulação que está compreendida entre a rede de distribuição e o medidor ou controlador de vazão da instalação hidráulica do consumidor final, ou seja o hidrômetro;
- Unidades não lineares, localizadas ou não enterradas (UNL): implantadas em pontos estratégicos do sistema, com a finalidade de captar, recalcar, tratar ou reservar água, compreende a captação, estação elevatória, estação de tratamento de água e reservatório.
- Captação (Cap): destinado a retirar água bruta de um manancial superficial, barragens, lagos, rios, ou de manancial subterrâneo, por meio de poço, são

formados por um conjunto de equipamentos e estruturas, basicamente tubulação e bomba;

- Estação Elevatória (EE): com a finalidade de efetuar a elevação da água de nível e compensar a perda de carga na linha, é um conjunto de estruturas de equipamentos, normalmente destinados a dar pressão ao fluxo de água.
- Estação de Tratamento de Água (ETA): com a finalidade de tratar a água e alterar as características físicas, químicas e/ou biológicas da água captada para torná-la potável;
- Reservatório(Rsr): com o objetivo de armazenar água, é formado por um conjunto de equipamentos e estruturas, que amortiza as flutuações cíclicas e sazonais de consumo, aumenta a pressão para garantir a regularidade da produção e distribuição de água (SOUZA *et al.*, 2008).

2.1.7 Tratamento de Água

A água, na forma como é encontrada na natureza, pode conter substâncias, microorganismos, elementos químicos prejudiciais à saúde, que devem ser minorados ou erradicados a sua concentração para que não gerem risco à saúde. Percebe-se o aumento da contaminação dos mananciais, principalmente devido à industrialização e a concentração populacional nas cidades, o que torna de fundamental importância o tratamento de água para o consumo das pessoas.

Os mananciais de superfície estão mais sujeitos a contaminação devido as atividades humanas, mas percebe-se também poluição em águas subterrâneas, que provocam graves problemas para as populações que necessitam destas águas para tratamento e distribuição de água.

Uma parcela considerável das doenças em países em desenvolvimento são decorrentes da água de má qualidade, que geram principalmente as doenças de vínculo hídrico, exemplificando: febres tifóide e paratifóide, disenteria bacilar e amebiana, cólera, esquistossomíase, hepatite infecciosa, giardíase e criptosporidiose. Outras doenças, denominadas de origem hídrica, incluem as cáries dentárias (falta de flúor), fluorose (excesso de flúor), saturnismo (decorrente do chumbo) e metahemoglobinemia (teor elevado de nitratos). Além desses males, os

danos à saúde humana podem decorrer da presença de substâncias tóxicas na água (BERNARDO e DANTAS, 2005).

Na Figura 2 apresenta-se o esquema do tratamento de água. As principais etapas são: aeração, coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção. Para ocorrer a aeração, a água bruta deve ser captada em um manancial para abastecimento (barragem, rio ou lago) e eleva-se esta água bruta até a Estação de Tratamento de Água (ETA), ocorrendo desta forma a etapa de aeração. Na ETA, a água recebe os coagulantes, tem-se uma mistura rápida que contribui para o contato maior da água com o coagulante, e em seguida começa a etapa de coagulação do coagulante com as impurezas sólidas dissolvidas presentes na água. A etapa de floculação, onde os flocos provenientes da coagulação se aglutinam em flocos maiores. Com esta formação de flocos começa a etapa de decantação, pois o peso próprio dos flocos permite decantar ao fundo pois aumentou o peso próprio. Alguns flocos que não estavam tão pesados para decantar, flutuam e são retirados na fase de filtração. Na etapa de desinfecção são adicionados produtos bactericida, como o cloro. No Brasil aplica-se o flúor, por força da lei, para auxílio na dentição infantil. Tem-se nas estações outras etapas como: descarga de resíduos (lodo) e água para lavagem de filtros (UNICAMP, 2014).

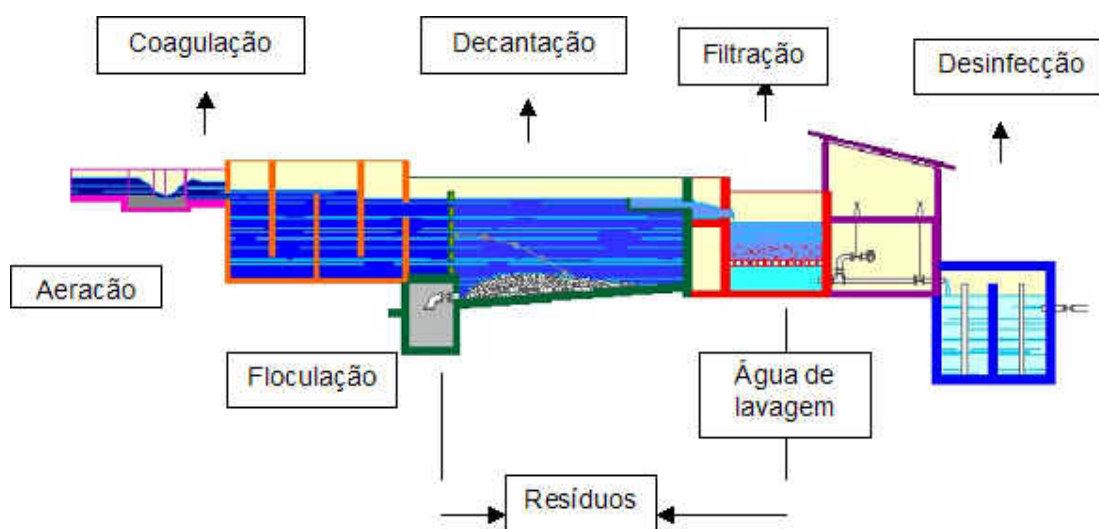


FIGURA 2 - ESQUEMA DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA
 FONTE: UNICAMP (2014)

No Brasil, conforme Bernardo e Paz (2008), estima-se que 60% das internações hospitalares estejam relacionadas às deficiências do saneamento básico, que geram outras consequências de impacto extremamente negativo na qualidade e na expectativa de vida da população, havendo estudos que indicam que cerca de 90% dessas doenças se devem a ausência de água em quantidade e qualidade satisfatória ou água imprópria para consumo humano. Em muitas cidades do Brasil, é recorrente a distribuição de água que não atende ao padrão de potabilidade vigente no País. Além de problemas de operação, a escolha errônea de tecnologia determinada no projeto da estação de tratamento de água acarreta sérios prejuízos à qualidade da água produzida.

As principais conclusões da Pesquisa Nacional em Saneamento Básico realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE em 1989 são:

- O volume de resíduos sólidos que recebe o manejo adequado dificilmente alcança a parcela de 25%.
- 51% do volume de água utilizada no País é proveniente de rios; 30% advém de lagos, lagoas, açudes e reservatórios; do restante, proveniente de poços de superfície, apenas 58% têm sua água tratada e, dos volumes subterrâneos, 25,8%.
- Apenas 77% de toda a água consumida pela população é tratada (BERNARDO e DANTAS, 2005).

A produção de água tratada é um processo que constitui a primeira etapa do ciclo do abastecimento de água e esgotamento sanitário, etapas do processo decorrentes de atividades da água destinada ao consumo humanos valores a serem cobrados serão função do volume retirado e de seu regime de variação no caso das derivações, captações e extrações de água. Já para os esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, além do volume lançado e seu regime de variação, deverão ser observadas as características físico-químicas, biológicas de toxicidade (PHILIPPI JR, 2013).

2.1.8 Distribuição de Água

Os sistemas de abastecimento de água consistem de infraestruturas fundamentais para o desenvolvimento de qualquer sociedade. Toda atividade humana precisa de um sistema efetivo de distribuição de água para o seu desenvolvimento. Nas últimas três décadas, o dimensionamento otimizado destes sistemas tem sido estudado pela comunidade científica e pelas próprias indústrias de abastecimento de água, usando valores referenciais para as diversas condições de funcionamento e operação no futuro (MARQUES, 2013).

Na execução de obras para a distribuição de água, os materiais amplamente utilizados são: tubos de ferro fundido, concreto simples, concreto armado, PVC, aço madeira e materiais especiais.

Levando-se em conta as condições de escoamento, tem-se:

- tubos de condutos forçados: ferro fundido, concreto armado, aço, madeira e materiais especiais (tubos flexíveis de cobre, alumínio, PVC etc.);
- tubos de condutos livres: concreto simples, concreto armado, cerâmica, PVC, ferro fundido, aço e madeira.

Na captação, ou na adução de água bruta, em conduto livre, na Estação de Tratamento de Água (ETA), podem ser utilizados tubos de concreto simples e tubos cerâmicos. Em condições ótimas de proteção sanitária à tubulação, estes materiais podem ser aplicados em construção de rede de distribuição de água potável.

Os tubos de concreto armado são indicados o seu uso em adutoras de baixa pressão ou conduto livre. Quando tem-se pressões elevadas, ou um grande número de interconexões as tubulações de aço tem-se demonstrado mais eficiente na aplicação em obras de rede de distribuição de água.

As tubulações de PVC, com ou sem revestimento de fibras de vidro, são aplicadas em redes de distribuição e também na adução de água. Apresenta-se de fácil instalação, com características de resistência mecânica boa para os esforços que irá suportar e durabilidade, principalmente porque a maioria das redes de distribuição de água estão pressurizadas, o que aumenta a pressão interna. O PVC deve conter um revestimento interno que protege a tubulação de formar as incrustações e ao também aumentar a resistência a pressões internas, para reduzir

a valores aceitáveis a possibilidade de rachaduras, trincas e fissuras, mantendo um custo baixíssimo comparado a outra tecnologia e materiais para mesmo uso (SANTOS e IGLECIAS, 2001).

Os tubos de PVC, de 100 a 500 mm, são projetados para as obras que não necessitam de resistir a grandes pressões. O que determina a opção pelos diâmetros são as especificações do projeto, que variam conforme as condições de pressão interna da rede, distância a ser percorrida e vazão necessária em cada ponto de abastecimento ou de interligação.

As tubulações executada com os tubos de polietileno tem a possibilidade de serem projetadas para a utilização em adutoras e redes de distribuição de água, atendendo a uma grande variação de pressão, tanto durante a operação, quanto às necessidades previstas em projeto, com mínimos e máximos de grande amplitude e com dimensões de 50 a 400 mm.

Os tubos de ferro fundido são aplicados, na maioria das circunstâncias nas redes de distribuição de água, e na atualidade alguns tem revestimento interno para suportar maior desgaste e corrosão.

As canalizações estão sujeitas a vários tipos de corrosão:

- corrosão própria: refere-se aos desgastes natural dos materiais e os esforços mecânicos que estão sujeitos, desta forma ocorre devido o atrito da água com a parte interna da tubulação;
- corrosão galvânica: os contatos de diversos tipos de metais presentes em diversas composições das emendas e soldas ou da reação química e/ou física com o meio ambiente ou do contato de impurezas provenientes das ligas metálicas, tem o comportamento semelhante ao funcionamento de uma pilha elétrica, que gera diferença de potencial elétrico e os metais trabalham por diferença de potencial assumindo a posição de ânodo para o metal de maior potencial de oxidação e cátodo para o de menor potencial, que não sofre a oxidação;
- corrosão eletrolítica: classifica-se por dois tipos:
 1. causada por diferenças de tensão mecânica no metal: quando duas partes de um metal estão sujeitas a tensões diferentes e são postas em contato, a parte mais solicitada apresenta potencial mais alto, funcionando como ânodo.

2. causada por correntes perdidas: as correntes elétricas positivas, quando atingem as canalizações, propagam-se até encontrar um ponto de descarga da elétrica, o metal funciona como ânodo, provocando a corrosão;

A proteção contra a corrosão pode ser realizada de várias formas:

- com o revestimentos substituíveis, formados por metais de custo financeiro inferior; que protege o metal que precisa ser protegido é preservado da corrosão por correntes elétricas;
- proteção catódica: a canalização é ligada formando uma rede elétrica com o pólo negativo de um gerador de corrente contínua, cujo o pólo positivo, se conecta a ânodos enterrados no solo; a canalização passa a funcionar como cátodo, não sofrendo corrosão;
- controle de teores de oxigênio dissolvido, gás carbônico e pH que aumenta a corrosão interna das tubulações metálica;
- com o revestimento metálico, constituindo-se uma proteção aplicada sobre o metal, para isolá-lo do ambiente corrosivo;
- por descargas de corrente elétrica, da canalização para leitos de aço, coque ou zinco (SANTOS e IGLECIAS, 2001).

Importante destacar que a distribuição de água é um direito humano. A população deve receber água potável limpa e saneamento básico. Aproximadamente 900 milhões de pessoas no mundo estão excluídas da distribuição de água limpa e 2,5 bilhões de pessoas não tem acesso a sanitários. Doenças provenientes desta situação matam mais crianças que as doenças da malária, sarampo e HIV/AIDS juntas. Esta situação provoca a perda de 400 milhões de dias de perda de aula, impossibilitando crianças e jovens saírem da pobreza por meio da educação. Diante desta constatação, o governo da Alemanha e Espanha tem se esforçado, já a bastante tempo, em prol do direito humano a água limpa e saneamento básico. Em julho de 2010, a Assembleia Geral das Nações Unidas aprovou por grande maioria uma resolução que reconhece o direito humano à água potável e saneamento básico. A resolução incentiva os Estados a criarem condições de investimentos para a melhora gradual do saneamento básico, que envolve o

tratamento de água, tratamento de esgoto, drenagem urbana e resíduos sólidos, de forma segura, higiênica, aceitável e economicamente viável (EMBAIXADA DA ALEMANHA EM LUANDA, 2013).

2.1.9 Instalações Prediais de Água

O sistema predial de água, também conhecido por sistema predial de água fria, refere-se ao conjunto das canalizações, órgãos principais, acessórios, peças especiais, aparelhos sanitários e peças de utilização de água destinados ao fornecimento de água para fins sanitários, higiênicos e de conforto dos habitantes que residem ou que tenham atividades nos edifícios (SANTOS e IGLECIAS, 2001).

Importante destacar que o sistema predial de água nos projetos não mais são utilizados a terminologia de sistema predial de água fria, pois a grande maioria das edificações tem sistema de distribuição de água quente provida em central a gás, elétrica ou a aquecimento solar (TIGRE, 2013).

Em instalações prediais deve-se observar que as obras apresentam diversas fases como: projeto, infra-estrutura, fundação, estrutura, vedações e acabamentos. De forma ampla, o mercado está desenvolvendo sistemas hidráulicos de água fria e quente, água pluviais e drenagem que economize ou reaproveite a água, principalmente preservando a água para a alimentação (TIGRE, 2013).

Os sistemas de instalações prediais de água fria podem ser de quatro tipos; sistema de distribuição direta, sistema de distribuição indireta, sistema misto e hidropneumático (SANTOS e IGLECIAS, 2001).

O sistema de distribuição direta ocorre quando o abastecimento é feito diretamente pela rede de distribuição de água da empresa de abastecimento, destacando que no Brasil a legislação obriga o fornecimento de água a uma pressão de 10 m.c.a , o que geralmente pode abastecer, geralmente uma edificação até quatro pavimentos, sem a necessidade de bombeamento (TIGRE, 2013).

O sistema de distribuição indireta os reservatórios prediais são abastecidos pela rede de distribuição de água e deste reservatório é abastecido todos os compartimentos da edificação. Quando a edificação tem altura superior à que possa ser abastecida pela pressão de água da empresa de abastecimento é necessário o apoio de uma cisterna, que recebe esta água e por uma bomba hidráulica eleva esta

água ao reservatório predial, que fica na parte superior da edificação, proporcionando a distribuição da água por gravidade (TIGRE, 2013).

O sistema de distribuição mista e hidropneumático é aquele que funciona com o abastecimento pela rede de distribuição de água da empresa de saneamento e do reservatório predial, ou seja é o compartilhamento do sistema de distribuição direta com a indireta, parte da edificação recebe água diretamente e outra indiretamente.

O sistema direto (que dispensa a utilização de caixas d'água) somente é possível quando há abastecimento de água ininterrupto, 24 horas por dia. A vazão fornecida deverá atender à solicitação máxima das instalações prediais, para que não haja queda de pressão na rede de distribuição (SANTOS e IGLECIAS, 2001).

2.1.10 Perdas de Água

Da maneira da distribuição das tubulações instaladas é que sugere o nome de rede de distribuição, pois elas distribuem a água potável, devido as suas várias derivações e ramificações aos diversos imóveis abastecidos (HELLER, 2006).

Duas particularidades de fundamental importância, que as redes de distribuição de água têm atreladas a elas, são:

- Garantir que a água tratada e produzida nas unidades anteriores possa abastecer com qualidade, quantidade e pressão todas as unidades que compõe a rede de abastecimento até o consumidor final, conforme as normas e estado da arte do saneamento;
- Caracterizar-se que, normalmente, as unidades de rede, mais extensa unidades do sistema, compõe em média 50% do custo da instalação de um sistema de abastecimento de água.

Reclamações dos usuários, baixa qualidade de água e perdas de água no sistema, normalmente são decorrentes de redes de distribuição projetadas e/ou operadas de que comprometem a devida técnica (HELLER, 2006).

Para o combate de perdas tem-se no norte do Iraque um veículo para a reparação do sistema de abastecimento de água, que consiste em um veículo que é dividido em duas áreas. O chamado escritório móvel, localizado na parte frontal, pode-se encontrar o que precisa para o trabalho eficiente como exemplo: guarda-

roupa e bolsos para a guarda de ferramentas. Uma grande bateria auxiliar garante que o trabalho possa ser autônomo. Na parte traseira do veículo, a chamada área molhada, tem-se segurança e ergonomia com prateleiras com bolso de empuxo e *flap*, equipamentos e ferramentas seguras.

Este veículo permite fazer as atividades de combate a perdas como pequenos consertos, geofonamento, haste metálica e outras formas de detecção de vazamentos (TRINKWASSERVERLUSTE, 2014).

Os índices de perdas de água em redes de distribuição de água são elevados na maioria dos municípios brasileiros. Este tema de perda de água tem fundamental importância em diversos aspectos, mas pode-se destacar a necessidade de adequada administração do uso da água em função da probabilidade de crescente escassez em qualidade e quantidade (HUBNER, 2011).

Para estudar a perda os pesquisadores devem desenvolver uma aprendizagem autônoma sobre as principais medidas de controle de perdas de água em redes de abastecimento. Imprescindível saber as principais causas de perda de água e seu controle nas redes de distribuição de água. Os parâmetros hidráulicos e gerências para controle de perdas de água em rede de abastecimento são:

- Conhecer os primordiais parâmetros hidráulico e sanitário e os fatores administrativos e de gestão com vínculo direto à perda de água em redes de abastecimento.
- Identificar parâmetros hidráulicos críticos que contribuem para a ocorrência de perdas de água nas redes de distribuição de água.
- Desenvolver indicadores e métodos de administração para a avaliação e combate à perda de água.

A pressão hidráulica em uma rede de distribuição de água é um fator determinante para sua eficiência, além de contribuir na redução de custos operacionais e de implantação dos sistemas. É importante monitorar e controlar as pressões nas redes de forma a atender as pressões mínimas exigidas por lei e as pressões máximas (HUBNER, 2011).

Estabelecer a pressão dinâmica mínima em qualquer ponto nas tubulações de distribuição de água em uma patamar de 100kPa (10mca) para os projetos de redes de distribuição de água para o abastecimento público (ABNT, 2014a).

As pressões podem ser controladas com as Válvulas Redutoras de Pressão (VRP), *booster*, que são aceleradores de pressão e o aumento da setorização. A setorização é reduzir ao máximo a área operacional que possa ser operada, facilitando o controle operacional da perda e reduzindo a possibilidade do desabastecimento, quando é necessário interromper a distribuição de água por motivo de manutenção de rede ou implementação de uma extensão de rede. Expurgadores de água também auxiliam no equilíbrio da pressão interna na rede.

Outros fatores importantes a serem considerados são as pressões nominais dos tubos, relação pressão x volume do vazamento, rugosidade relativa da tubulação, velocidades mínimas e máximas da água nas tubulações e o golpe de aríete que é o efeito físico após a interrupção de energia, a coluna líquida continua a subir pela linha de recalque, até o momento em que a inércia é vencida pela lei da gravidade (HUBNER, 2011).

2.2 REDES EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO

Rede de distribuição em sistema de abastecimento de água, pode-se definir como uma parte integrante do sistema que é composta de tubulações, conexões e órgãos acessórios, que estão em lugares públicos, como ruas e avenidas, com o objetivo de fornecer aos diversos consumidores, de forma ininterrupta, água em qualidade, pressão e quantidade, abastecendo desta forma as: residências, comércios, indústrias e serviços em toda a cidade ou parte de uma porção urbana (HELLER, 2006).

Da maneira da distribuição das tubulações instaladas é que sugere o nome de rede de distribuição, pois elas distribuem a água potável, devido as suas várias derivações e ramificações aos diversos imóveis abastecidos.

Duas particularidades de fundamental importância, as redes de distribuição de água têm atreladas a elas, que são:

- Garantir que a água tratada e produzida nas unidades anteriores possa abastecer com qualidade, quantidade e pressão todas as unidades que

compõe a rede de abastecimento até o consumidor final, conforme as normas e estado da arte do saneamento;

- Caracterizar-se que, normalmente, as unidades de rede, mais extensa unidades do sistema, compõe em média 50% do custo da instalação de um sistema de abastecimento de água.

Reclamações dos usuários, baixa qualidade de água e perdas de água no sistema, normalmente são decorrentes de redes de distribuição projetadas e/ou operadas de que comprometem a devida técnica (HELLER, 2006).

2.2.1 Ligação de Água

O número total de ligações de água das companhias estaduais de saneamento, cresce diariamente, sendo milhões ao ano no Brasil.

Conforme mostra a TABELA 1, as regiões que apresentam os maiores índices de crescimento foram: Norte (5,6%), Sudeste (5,2%), Nordeste (4,3%) e Sul (2,8%). A exceção ficou por conta da região Centro-Oeste, com uma queda de 1,9%, reflexo da redução do índice da SANESUL de 31,5%, o que puxou o índice para baixo (SANTOS e IGLECIAS, 2001).

TABELA 1 - QUANTIDADE DE MUNICÍPIOS ATENDIDOS NO BRASIL

| Região do Brasil | Nº Municípios | % |
|------------------|---------------|-------|
| Norte | 369 | 6,75 |
| Nordeste | 1.740 | 31,81 |
| Sudeste | 1.776 | 32,47 |
| Sul | 1.156 | 21,13 |
| Centro-Oeste | 429 | 7,84 |

FONTE: Adaptado de SNIS (2012)

Percebe-se uma variação conforme as regiões: As regiões apresentam: Norte (6,75%), a Sudeste (32,47)%, o Nordeste (31,81%), Sul (21,13%) e Centro-Oeste (4,75%). Se comparar a extensão territorial de cada região e a porcentagem

de ligações de abastecimento em todo o país percebe-se a necessidade de investimentos maiores nas regiões onde seu território é grande em relação ao número de ligações (SNIS, 2012).

Um problema presente nas ligações residenciais são as economias não declaradas que como consequência dificulta a identificação de perdas aparentes devido a ausência no cadastro da ligação. É importante uma atualização constante por parte das empresas de saneamento quanto a relação de economias e ligações, declarar seu número correto para que o gestor tenha um controle efetivo da perda. As vantagens que a atualização cadastral traz é fundamental para a organização, ou seja para a empresa, pois o conhecimento real do abastecimento pela rede, permite um diagnóstico preciso, facilitando a operação e apontando informações fundamentais para os projetos futuros de atualização do sistema com as demandas futuras.

A metodologia de investigação foi a verificação de prováveis ligações que apresentam alguma alteração cadastral da CASAN com os dados fornecidos pela empresa de saneamento e chegou-se a um valor de 40% do total de ligações suspeitas. Para melhor qualidade de dados, foi feito um cruzamento de informações com os mapas do censo do IBGE em relação aos estudos populacionais. O número de ligações utilizadas no estudo foi os dados do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS (2012) para o consumo per capita (DIAS JR., 2013).

Outra metodologia de investigação é a adotada pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), que faz uma comparação entre o Micromedido e Macromedido. O Micromedido é a soma dos valores consumidos dos clientes, leitura nos hidrômetros. O Macromedido é a soma dos hidrômetros instalados nas saídas das estações de tratamento de água. A diferença entre o Micromedido e Macromedido é a perda (SANEPAR, 2014a).

Também pode-se verificar a perda, identificando os vazamentos reduzindo o tamanho dos setores de manobra. O setor de manobra é a menor porção de unidade operacional que pode ser operada, ou seja fechada e isolada das outras influencias do complexo sistema de distribuição de água. É utilizado o sistema de fechamento de manobras também para operar manutenções na rede de distribuição de água (SANEPAR, 2014b).

2.2.2 Economia de Água

Define-se como Economia de Água a todo o imóvel, com ocupação independente, com no mínimo um ponto de entrega de água atendido por uma ligação de água para usos de abastecimento de água. Este imóvel pode apresentar-se como uma casa, edifício, barracão, ou outros tipos de construção que necessitam de uma ligação de água para abastecimento. Conforme as circunstâncias, um imóvel utiliza uma ligação, ou compartilha esta com outros imóveis no mesmo terreno, ou ainda diversas unidades de consumo na mesma edificação, o que evidencia-se em edifícios horizontais e verticais. Desta forma, o número de economias pode ser igual ao número de apartamentos ou residências unifamiliares.

As categorias de consumo de água são identificadas como:

- Residencial
- Comercial
- Industrial
- Poder público
- Utilidade pública

Das categorias acima, entende-se também como classificação de tipos de imóveis, que em alguns casos, o imóvel é uma composição de categorias, neste caso somam-se as categorias, devido estar presente mais de um tipo de uso ou finalidade. Os critérios para a definição do número de economias de água são descritos a seguir e apresentados nos Quadros 1 a 5:

- Residencial - Apartamento residencial ou casa: com ligação de água no terreno, instalação predial, cada unidade familiar representa uma economia de água. O número de economias é igual ao número de edificações.
- Comercial - Imóvel de utilização comercial: com ligação de água no terreno, instalação predial, cada sala, loja ou apartamento comercial que tem uma unidade de consumo, ponto de água, é uma economia, sendo cada Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica – CNPJ, uma economia.
- Industrial - Imóvel de uso industrial: segue o mesmo critério do imóvel de utilização comercial. A ligação de água é dimensionada conforme consumo e/ou classes (classificação) dos grandes consumidores.

- Poder Público – Imóvel de utilização do poder público: para efeito de economias o mesmo critério que o comercial.
- Utilidades Públicas – Imóvel de utilidade pública: para efeito de economias o mesmo critério que o comercial.

| Residencial |
|------------------------------------|
| Prédio ou residência |
| Construções para fins residenciais |
| Residências com pequeno comércio |
| Conjuntos habitacionais |
| Lote vago |

QUADRO 1 - CATEGORIA RESIDENCIAL
 FONTE: Adaptado de SANEPAR (2013)

| Comercial |
|--|
| Lavagem (ex.: posto de gasolina, garagem, lava-rápido, lavanderias) |
| Instituições financeiras |
| Construção para fins comerciais |
| Comércio alimentício (bares, restaurantes, supermercados, lanchonetes, açougues, panificadoras) |
| Ofícios (ex.: oficinas, sapatarias, relojarias, lojas, escritórios, barbearias, farmácias) |
| Instituições de ensino e saúde particulares (ex.: escolas, colégios, faculdades, universidades, hospitais, clínicas) |
| Hospedagens (ex.: hotéis, pensões, motéis) |
| Lazer (ex.: clubes, academias, associações esportivas e recreativas, casas de diversão) |
| Outras atividades comerciais de micro ou pequeno porte |

QUADRO 2 - CATEGORIA COMERCIAL
 FONTE: Adaptado de SANEPAR (2013)

| Industrial |
|--|
| Beneficiamento de madeiras (serrarias, laminadoras, mobiliários) |
| Indústria de bebidas e fábrica de gelo |
| Construção para fins industriais |
| Indústria e fábricas (eletrônica, mecânica, metalúrgica, produtos minerais, cimento) |
| Frigorífico, abatedouro/matadouro, granjas |
| Indústria química, farmacêutica, sabão, vela, materiais plásticos, têxteis, papéis e beneficiamento de couro |
| Demais atividades industriais |
| Fornecimento de água industrial |

QUADRO 3 - CATEGORIA INDUSTRIAL
 FONTE: Adaptado de SANEPAR (2013)

| Poder público |
|---|
| Hidrantes |
| Instituições de ensino e saúde pública (ex.: escolas, colégios, faculdades, universidades, hospitais, clínicas) |
| Parques e praças |
| Todas as entidades cujo mantenedor seja o Estado (fundações, autarquias, ministérios, prefeituras, poderes executivo, legislativo e judiciário) |

QUADRO 4 - CATEGORIA PODER PÚBLICO
 FONTE: Adaptado de SANEPAR (2013)

| Utilidade pública |
|--|
| Instituições religiosas (ex.: igrejas, templos) |
| Entidades de classe e sindicais |
| Entidades assistencialistas (ex.: asilo, orfanato, albergues e creches, entidades de deficientes físicos, mentais, visuais e/ou auditivos, cujo mantenedor não seja órgão público e fundações) |
| Demais atividade de utilidade pública. |

QUADRO 5 - CATEGORIA UTILIDADES PÚBLICAS
 FONTE: Adaptado de SANEPAR (2013)

Conforme SANEPAR (2013), é importante salientar que quando o imóvel tem ocupação mista e não é possível identificar separadamente o uso por unidade de abastecimento utiliza-se o seguinte critério de precedência na classificação:

- Utilidade Pública;
- Poder Público;
- Industrial;
- Comercial; e
- Residencial.

2.2.3 Extensão de Rede e Ramal Predial

A extensão da rede de água das companhias estaduais passou de 248,3 mil quilômetros em 1998 para 257,3 mil quilômetros em 1999, um incremento de 3,6%. Em extensão, houve um crescimento de 9.054 quilômetros este tipo de análise vem ocorrendo no Brasil há 18 anos (SANTOS e IGLECIAS, 2001).

A extensão de redes é composta por tubulações, conexões, equipamentos que tem a função, como rede de transportar água ou esgoto da estação de tratamento para o consumo, no caso de água e do ponto de coleta para a estação de tratamento no caso de esgoto (SOUZA *et al.*, 2012).

Em 2012, última coleta de dados, tabulação e análise dos fatores que influenciam o saneamento no Brasil, tem-se a informação que o país atingiu a marca de 542.759 Km de extensão da rede de água, declarada e conhecida. Esta extensão de rede atende 50.445.313 economias residencial, sem contar as outras categorias de economia e uma quantidade de ligações de água de 48.204.414 unidades. Estes dados são os divulgados em 2014 relativos ao levantamento de 2012 (SNIS, 2012).

2.2.4 Ramal predial

Condução de água potável em trecho de tubulação compreendido entre o ponto de derivação da rede de distribuição de água e o hidrômetro (TIGRE, 2013).

Entre a rede pública e o hidrômetro (medidor de vazão), encontra-se o ramal predial. A conexão do ramal predial à rede de distribuição pública é realizada por um conjunto de peças denominado dispositivo de tomada.

Há ainda os dispositivos de tomada com colar, direta e com ferrule. Os dispositivos de tomada com colar são empregados em tubos de ferro fundido de parede fina e de plástico. Consistem num conjunto de peças que se prendem ao tubo, tendo parte superior um assento com um orifício dotado de rosca ou outro dispositivo destinado a prender a curva ou peça de onde parte o ramal. A perfuração do tubo é feita depois de colocar o colar.

A tomada direta é aplicada em tubulações distribuidoras de ferro fundido de parede relativamente espessa. É o sistema mais simples de ligação, apresentando a desvantagem de poder ser feita somente com a canalização distribuidora vazia, ou seja, sem água em seu interior. Caso não haja registros que permitam o isolamento do trecho onde será realizada a conexão, o fornecimento de água deverá ser interrompido em algumas áreas. Nesta tomada, uma peça de conexão é atarraxada diretamente num furo com rosca previamente preparada.

Já a tomada com ferrule é um dispositivo bastante utilizado no Brasil para a ligação de tubos de ferro fundido de parede relativamente espessa, estando a rede de distribuição em pleno serviço. O ferrule é fabricado em latão e consta das seguintes peças: base, corpo, vedador e tampa. Por meio de uma máquina, denominada catraca, realiza-se o furo na tubulação, conectando-se a base com o vedador contido em seu interior. O corpo está rosqueado e, ao fim do processo, a água passa do tubo para o ramal instalado.

Para os ramais prediais, são utilizados o aço galvanizado ou o PVC. O aço galvanizado possui elevada resistência mecânica. No entanto, sofre corrosão, com o aparecimento de incrustação e, conseqüentemente, redução da vazão de água. A corrosão eletrolítica (resultante de correntes elétricas perdidas) também é uma desvantagem.

Os tubos de PVC (cloreto de polivinila) possuem grande rigidez, paredes que não permitem incrustações e estão imunes à corrosão eletrolítica. Por esse motivo, sua desvantagem está em ser um isolante elétrico, pois não permite o escoamento adequado para a terra de correntes provenientes de aparelhos elétricos.

O ramal de alimentação está compreendido entre o hidrômetro e o reservatório predial.

Teoricamente, cada residência deve Ter ligação própria ao ramal de alimentação, com seu próprio medidor (hidrômetro). Nos edifícios de apartamentos, essa exigência é impraticável (SANTOS e IGLECIAS, 2001).

2.2.5 *Booster*

As instalações que demonstram o funcionamento e simulam a operação do sistema de abastecimento de água do SAU-CESA/UFRJ são constituídas por um sistema hidráulico fechado, cuja carga piezométrica é disponibilizada por um castelo d'água, com desnível geométrico máximo de 7,0 metros em relação ao nível de assentamento das redes de distribuição.

Logo junto a base do castelo d'água, é instalado no tronco principal adutor da rede de distribuição, um *booster* pressurizador, do tipo *in line* (especificação ABS MEGABLOC N A2744.0.1/1E), capaz de elevar a carga piezométrica para até 40mca (TIGRE, 2013).

O *booster* é um equipamento da engenharia mecânica, um motor auxiliar, uma bomba, que tem como finalidade reforçar a potência, aumentar a força, potência, pressão e rendimento (HOUAISS e VILLAR, 2001).

O controle de pressão pode ser executado também com a utilização de *booster*, como solução provisória em situações específicas, que a necessidade obrigou o incremento de pressão ou da vazão no sistema, provocado pelo aumento da ocupação territorial, pela construção de prédios e edifícios ou outros fatores em regiões específicas que gerou o aumento de demanda de água nos lugares mais altos do sistema de abastecimento.

Importante ressaltar que é necessário soluções alternativas para o aperfeiçoamento do abastecimento, como a criação de novos setores de manobra com a redução do número de economias atendidas por cada setor, construir redes auxiliares, antes de optar pelo *booster* (Figura 3), pois a sua Manutenção e consumo de energia elétrica são muito caro.



FIGURA 3 - BOOSTER
FONTE: 3CCONSTRUTORA (2014)

2.2.6 Serviços Executados

Os serviços executados em manutenção de redes devem atender o desenvolvimento operacional, solicitação de ampliação de redes e ligação de água, adequações operacionais de água e serviços de manutenção de redes.

O desenvolvimento operacional define-se como as atividades que agregam valor técnico à operação, são melhorias que vão gerar bons resultados nos indicadores operacionais. Referem-se à redução de perdas e pendências, atendimento a prazo de execução dos serviços e qualidade dos trabalhos.

A solicitação de ampliação de redes e ligação de água são definidas quando o cliente precisa de uma ligação de água. Se a rede de água já está de frente ao seu imóvel executa-se uma ligação de água com a construção de um ramal e cavalete. Se a rede de distribuição de água não está na frente do imóvel é construída uma

extensão de uma rede existente, interligando este imóvel ao sistema. Para isto é desenvolvido um estudo para garantir a estabilidade do sistema, pois cada ligação influi na pressão e vazão em diversos pontos do sistema.

As adequações operacionais são os equipamentos, conexões que são necessárias para manter o nível de pressão e quantidade de água distribuída a contento em todo o sistema.

Os serviços de manutenção de redes é objeto de estudo mais detalhado nos tipos de manutenção (SANEPAR, 2012).

2.2.7 Tipos de Manutenção

Conforme Nepomuceno *et al.* (1989), marcada pela conquistas espaciais, a época em que vivemos, tem fatores condicionantes como: movimento trabalhista, crescimento da competição e velocidade da tecnologia da inovação. Pensando desta forma a Manutenção, tem papel de importância nos serviços que são fundamentais para o bem estar do homem. Limitado pelo altos juros e taxas, o que reduz a capacidade de investimentos dos países, a manutenção em boas condições, apresenta-se como um investimento melhor e econômico. Manter um parque produtivo competitivo ocorre pela racionalização, aperfeiçoamento e implementação de nova tecnologia, muitas vezes com a ferramenta da informática e eletrônica. Pela adequação do ambientes de trabalho e sistematização de processos indiretos de controle, a manutenção tem direcionado esforços para a humanização do trabalho, com resultados favoráveis para a vida do trabalhador.

Ainda conforme Nepomuceno *et al.* (1989), a manutenção tem consolidando-se um processo de produção, atendendo as condições de nossos tempos. A manutenção, tem merecido pouca atenção pela cúpula administrativa de governos e empresas, gerando consequências no direcionamento de recursos financeiros, tecnologia, formação de pessoas e desenvolvimento de funções de gerências. Os reparos acontecem mesmo em simples tesouras de tempos em tempos, pois a fiação perde-se a com o uso. As máquinas complexas também desgastam, havendo a necessidade de consertos e reparos que variam no tempo conforme equipamentos, material e utilização. Esta é a justificativa porque a atividade produtiva exige, para evitar um colapso, uma manutenção constante. As máquinas e equipamentos impulsionadas pelo desenvolvimento tecnológico, ficam mais leves, mais rápidas e

mais complexas e como consequência tema as suas limitações como segurança, matéria prima mais elaborada (NEPOMUCENO *et al.*, 1989).

Aborda-se sobre a proposta de desenvolver um gerenciamento industrial da manutenção com o objetivo de alcançar a excelência ou classe mundial amplamente incentivada pelas organizações que estão no patamar de controlar ou enfrentar os desafios da inovação.

Observa-se pouca literatura reunida sobre o tema, somente o que atende as condições dos relatórios técnicos, desta forma para obter um bom material tem-se a necessidade de reunir a produção técnica contemplada nas pesquisas, observações, análises, classificação e interpretação de fatos e dados coletados em estudos de caso que apresentem integração de informação critérios e práticas para demonstrar uma consistência e possibilidade de aplicação no gerenciamento da manutenção. Acredita-se que a manutenção preditiva aplicada contribui com bons resultados nos setores de produção complementada pela manutenção detectiva e a engenharia de manutenção (OTONI e MACHADO, 2008).

O nível de manutenção é demonstração pela reunião de ações de manutenção que são realizadas em determinada intervenção, como por exemplo a substituição de uma peça ou conjunto (ABNT, 1994b).

Somente desta forma que as organizações poderão vencer os constantes desafios de um mercado competitivo e que prima pela excelência em seus serviços e processos. Como função estratégica das empresas, a manutenção é vinculada aos ativos e sua disponibilidade, pois influenciam nos resultados da organização. (OTONI e MACHADO, 2008).

2.2.8 Manutenção Corretiva

A Manutenção corretiva é a ação para a correção de desempenho menor que o esperado ou de corrigir falha. Sua origem é da palavra corrigir. Pode-se classificar em duas possibilidades:

- Manutenção corretiva não planejada: correção a qualquer tempo quando o desempenho do equipamento não está a contento ou existiu uma falha em seguida à ocorrência do fato que gerou a manutenção. Este tipo de manutenção gera altos custos, pois, existe perdas produtivas devido a

paralisação não prevista e os danos aos equipamentos são maiores devido a manter o funcionamento de todo o equipamento, por um longo tempo desgastando outras peças do conjunto onde ocorreu a falha ou dano;

- Manutenção corretiva planejada: com um acompanhamento preditivo, investigativo e detectivo, ou mesmo por decisão de estratégia da manutenção Gerencial faz-se a manutenção. Conforme o entendimento que a manutenção planejada, indica que toda a ação com esta característica pressupõe um menor custo, com maior segurança e mais rápido de execução. Pode-se buscar o melhor momento para a ocorrência desta manutenção de forma a não prejudicar os ciclos de alta produção, aproveitando os horários vagos da produção (OTONI e MACHADO, 2008).

2.2.8.1 Manutenção Preventiva

Um dos sinônimos para este tipo de manutenção é a manutenção corretiva planejada. Pode-se de uma forma simplificada dizer que a manutenção preventiva é aquela que ocorre antes do baixo desempenho ou falha ocorrer, balizada pelo tempo médio de durabilidade das peças, tempo de substituição de peças, indicações em manuais da execução de manutenção.

A manutenção preventiva é efetuada em intervalos de tempo predeterminados, ou conduzida por critérios programados com o objetivo de minimizar ou erradicar a probabilidade de desgaste antecipado das peças e equipamentos e garantir um perfeito funcionamento de produção (OTONI e MACHADO, 2008).

2.2.8.2 Manutenção Preditiva

A Manutenção controlada ou preditiva tem como característica manter a qualidade do serviço. Baseando-se em sistemáticas e técnicas de análise do desgaste das peças e equipamentos, históricos de produção, formas de supervisão centralizadas, amostragem do estado de utilização de peças e equipamentos buscando a redução ao máximo das manutenções preventivas e corretivas, pode-se

dizer, de forma mais simplista, que a manutenção preditiva é uma manutenção preventiva com data marcada. Relacionando o custo com o benefício de interrupção da produção e redução do custo de uma manutenção corretiva, a mais cara, ou a preventiva, baseada em manuais que estabelecem médias, e por isto não tem o conhecimento do comportamento de uma máquina ou equipamento bem operado.

Constata-se que as organizações que utilizam este tipo de manutenção têm a durabilidade de suas máquinas e equipamentos acima da média realizada pela assistência técnica dos fabricantes que são subsídio para os manuais de equipamentos. A manutenção preditiva oferece ferramentas que trazem a melhor relação custo/benefício das modalidades conhecidas, pois tem como característica instalada em organizações inovadoras, que privilegia os seus gestores com um conjunto de informações técnicas que encoraje no uso das práticas, para as organizações que verdadeiramente querem alcançar a posição de excelência na administração de seus processos (OTONI e MACHADO, 2008).

2.2.8.3 Manutenção e outros aspectos

Outras formas de manutenção que vem colaborar e complementam os tipos de manutenção citados acima, corretiva, preventiva e preditiva. São elas:

- Manutenção não programada: é executada fora de uma programação preestabelecida, mas depois de uma informação que justifica a intervenção imediata.
- Manutenção de campo: é aquela realizada no local onde o equipamento é instalado e utilizado. Não é transportado para uma central de assistência técnica.
- Manutenção fora do local de utilização: executada em local diferente de sua instalação. Um exemplo é quando é removido até uma central de manutenção.
- Manutenção remota: executada sem o acesso pessoal e direto, normalmente por sistema que permite visualizar e visualizar o desempenho do equipamento a distância de forma remota.

- Manutenção automática: executada por uma programação interna do equipamento, ou por um sistema observatório que faz a inferência sem intervenção humana.
- Manutenção deferida: é uma manutenção corretiva que é executada à percepção de uma pane ou falha, de acordo com alguma regra de manutenção (OTONI e MACHADO, 2008).

A realidade demonstra que a gestão da manutenção e a sua melhoria deve ser objetivo primeiro nas organizações com uma busca interminável de conhecimentos inovadores capaz de fomentar as melhores práticas de manutenção, constante nas organizações de primeiro mundo para que torne-se prática em nossos processos (OTONI e MACHADO, 2008).

3 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia proposta consiste no estudo de caso propondo a construção de Indicador da Complexidade Operacional de Manutenção de Redes e Distribuição de Água.

A construção deste Indicador dar-se-á com dados de uma Companhia de Saneamento Público, a fim de propor a classificação dos municípios estudados e a Bases Operacional ideal para o bom desempenho da Manutenção das Redes de Distribuição de Água para em 345 municípios do Estado do Paraná e 1 do Estado de Santa Catarina.

No fluxograma exibido na Figura 4 são demonstrados os passos metodológicos que serão explicados na sequência.

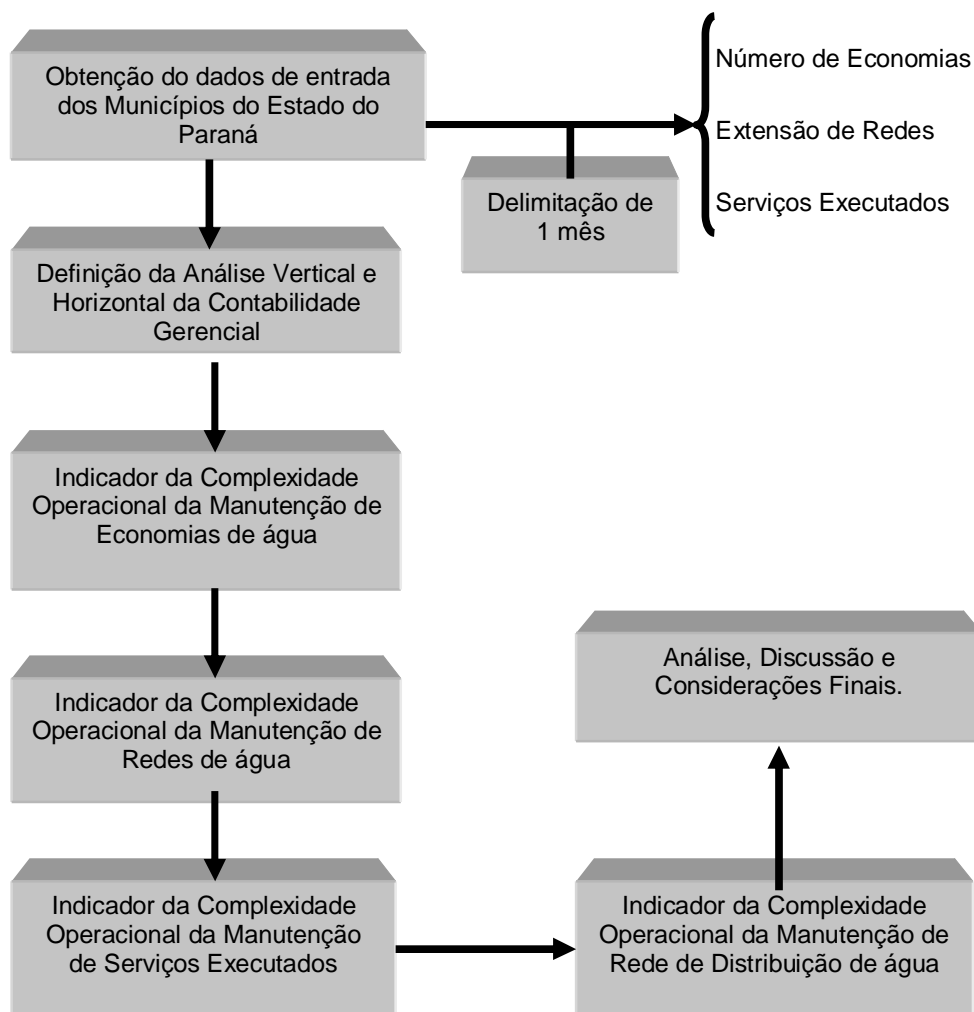


FIGURA 4 - FLUXOGRAMA - MATERIAL E MÉTODOS
FONTE: Elaborado pelo Autor (2014)

3.1 DESCRIÇÃO DO SISTEMA OPERACIONAL DE MANUTENÇÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Este trabalho teve como objetivo de estudo as relações existentes entre os diversos sistemas operacionais de manutenção de redes de distribuição de água no estado do Paraná, operados pela SANEPAR, denominado SGM. Devido aos diferentes portes entre os Sistemas precisou o desenvolvimento de um indicador para balizar a definição do tipo de Base Operacional que melhor atenderia um sistema ou um conjunto de sistemas.

Uma base operacional, conforme o QUADRO 6, tem uma estrutura composta de: Estrutura Física e mobiliária, Equipamentos/veículos/ferramentas de apoio, estrutura de informática e estrutura de atividades administrativas e de apoio técnico. Elas podem variar de porte conforme a necessidade operacional.

| Estrutura de Bases Operacionais | | Base Operacional - Tipo | | | | | |
|--|--|-------------------------|---|---|---|---|---|
| Estrutura | Itens | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Física e mobiliária | Imóvel | X | X | X | X | X | X |
| | Taxas (água, luz, IPTU, comunicação, etc...) | X | X | X | X | X | X |
| | Segurança eletrônica | X | X | X | X | X | X |
| | Mobiliário | X | X | X | X | X | X |
| | Limpeza e conservação | X | X | X | X | X | X |
| Equipamentos / veículos / ferramental de apoio | Equipamento de escavação mecânica | X | X | X | - | - | - |
| | Caminhão carroceria com braço hidráulico | X | - | - | - | - | - |
| | Veículo Pick-up | X | X | X | X | - | - |
| | Motobomba | X | X | X | X | - | - |
| | Compactador mecânico | X | X | - | - | - | - |
| | Placa de sinalização | X | X | X | X | X | - |
| | Moto serra (policorte) | X | X | X | X | - | - |
| Informática | Equipamentos de informática | X | X | X | X | - | - |
| | Link de acesso ao sistema de informática | X | X | X | X | - | - |
| Atividades administrativas de apoio técnico | Programação de Serviços | X | X | X | X | - | - |
| | Controle de Serviços | X | X | - | - | - | - |
| | Gestão de Materiais | X | X | X | X | X | - |
| | Posto de Segurança | - | - | - | - | - | - |
| | Apoio técnico de campo | X | X | X | X | - | - |
| | Supervisão | X | X | - | - | - | - |
| | Segurança do Trabalho - NR 4 | X | X | X | X | - | - |

QUADRO 6 - ESTRUTURA DAS BASES OPERACIONAIS
 FONTE: Adaptado de SANEPAR (2013)

A SANEPAR trabalha com a contratação de prestação de serviços de manutenção de redes e ramais de água, execução de ampliação de redes de água, melhorias operacionais de água e desenvolvimento operacional com empresas terceirizadas contratadas em licitação pública. O Sistema Gerencial de Manutenção, para melhor eficiência, é distribuído nas Unidades Regionais, que são porções territoriais do estado que abrange determinado número de localidades. A atuação da SANEPAR hoje é em 22 Unidades Regionais, totalizando uma média de 360 municípios.

Para a efetividade do processo, procedeu-se o levantamento de dados, para base de cálculo, em todo o Estado, mas adotando-se a URCTL como referência das bases de testes e para verificação de aplicação do indicador. Uma das quatro maiores regionais em número de serviços, possui grande complexidade operacional, pois em seu território está a maior parte das adutoras de Curitiba e Região Metropolitana.

A URCTL possui um Simulador de Treinamento Operacional, localizado em Curitiba, onde pode-se realizar até 80% dos serviços de água, preparando a mão de obra própria e terceirizada em ambiente muito próximo ao real. Esta regional atende as localidades de: Curitiba, Pinhais, Piraquara, São José dos Pinhais, São Marcos, Colônia Murici, Barro Preto, Borda do Campo, Campo Largo da Roseira, Contenda e Lidianópolis.

Para a determinação do Índice de Complexidade de Manutenção em Rede de Distribuição de Água – ICOM-RDA precisou de dados que todos os sistemas tenham de mensuração mensal. Além deste fato, os dados devem ser os principais intervenientes na complexidade operacional. Desta forma, foram selecionados os seguintes dados descritos abaixo:

- Ligação de Água, que para fins do presente Estudo, foi substituída com Economias de Água;
- Extensão de Rede de Distribuição de Água; e
- Quantidade de Serviços em Rede de Água.

3.1.1 Ligação em Redes de Distribuição de Água

A Ligação de Água é cada ponto de abastecimento que deriva da rede ou ramal de água para o usuário, podendo gerar uma ou varias economias. As Ligações de Água podem ser residencial, industrial ou comercial. Varia a sua bitola, conforme a média de uso do usuário, o que verifica-se no pedido de Ligação de Água ou adequando conforme o consumo.

3.1.2 Economias de Rede de Distribuição de Água

As Economias de Água são a quantificação das unidade familiares, industriais ou comerciais abastecida com ligação de água. Adotou-se o conceito de Economia, substituindo ligação de água, por traduzir com maior clareza a complexidade operacional. Em uma Ligação de Água, que atende um prédio residencial de 40 apartamento, podem existir 40 economias, enquanto se a ligação for para uma residência unifamiliar só atenderá uma Economia. A complexidade de cada uma destas ligações, predial ou unifamiliar são diferentes, o que influencia a complexidade das redes e ramais de água que abastece à ligação.

3.1.3 Extensão de rede de distribuição de água

A quantificação da extensão de rede em metros lineares. As redes podem variar em sua bitola, diâmetro nominal, tipo de material que é confeccionado e extensão entre as derivações.

3.1.4 Serviços de manutenção de redes de distribuição de água

A quantificação dos serviços constantes nos quadros do trabalho foi baseada na demanda histórica dos serviços executados em cada uma das localidades no mês de setembro de 2012, mês este usado como referencia para todos os cálculos de demonstrações. Os serviços compreende: desenvolvimento operacional, solicitação de ampliação de rede e ligações de água, melhorias operacionais de água e serviços de manutenção de rede, que corresponde em média a 60% de todos os serviços executados pela SANEPAR.

3.2 MÉTODO – ANÁLISE DAS DEMONSTRAÇÕES

3.2.1 Procedimentos Analíticos Básicos

Informações importantes aos usuários de um sistema, podem há de vir de demonstrações financeiras básicas utilizadas para a tomada de decisões econômicas sobre negócios. Neste capítulo, verifica-se como fazer uma análise completa dessas demonstrações pela integração com medidas analíticas específicas.

Para comparar itens de demonstrações passadas com atuais pode-se utilizar os procedimentos analíticos. Com exemplo, em finanças: saldo de caixa de \$150.000 em patrimônio com saldo de caixa atual de \$100.000 do ano anterior. Pode-se demonstrar também como 1,5 maior que o ano anterior ou 150% maior ou aumento de \$50.000 ou 50%.

Largamente utilizados para examinar as relações internas, os procedimentos analíticos pode-se aplicar para medidas analíticas internas. As medidas não têm uma finalidade em si mesma, mas são guias para avaliações financeiras e neste caso em particular operacionais. Outros fatores como tendências e valores limites podem ser considerados.

3.2.2 Análise Horizontal

Nas variações de valores inter-relacionados em demonstrações operacionais comparadas e sua análise percentual é conhecida como análise horizontal. O valor de cada unidade de comparação demonstrado é comparado com outro de valor referencial.

Largamente utilizados para examinar as relações internas, o valor de cada unidade ou grupo é relacionado com uma ou mais demonstrações. O valor, variação, diminuição ou aumento, em termos absolutos, daquele item, é demonstrado ao lado com a sua variação percentual em relação ao valor de referência.

Duas ou mais demonstrações pode ser comparadas com a análise horizontal. Usualmente compara-se a demonstração mais antiga com a mais recente. Nesse caso procede-se as comparações com valores de referência, a fim de gerar uma proporcionalidade.

A significação de cada aumento ou diminuição dos valores, não se pode avaliar com suficiência, sendo necessárias informações adicionais ou a composição de análises. Deste modo, foram associados os indicadores obtidos parcialmente, para formar o indicador final. Para isto, foram criadas tabelas parciais demonstradas no desenvolvimento dos índices.

A ampliação em valores deve ser causada pela mudança nas condições dos fatores estudados ou melhorias nas políticas públicas. Similarmente, uma mudança no posicionamento pode ser causada, não somente sua redução de valores, mas devido ao crescimento de valores concorrentes.

Um aumento em valores dos indicadores da análise horizontal pode-se criar um efeito favorável no desempenho operacional. A porcentagem de aumento geralmente não é proporcional as despesas de infra-estrutura e custos administrativos, pois podem-se utilizar alguma margem de estrutura ociosa, ou pelo contrário, criar um novo módulo operacional que gera alto custo de implantação, que vai diluindo o seu custo ao passar do tempo. Entretanto, um estudo das despesas e uma análise e comparações adicionais devem ser feitos, antes de se chegar a uma conclusão sobre as causas.

3.2.3 Análise Vertical

A análise percentual das demonstrações pode ser utilizada para evidenciar a relação de cada valor ao total daquela demonstração. Esse tipo de análise tem o nome de análise vertical. Traçando um comparativo com a análise horizontal, as demonstrações percentuais podem ser desenvolvidas de forma condensada ou detalhada. As variações dos itens individuais podem-se apresentar em detalhamento adicional, usualmente em tabelas de apoio, nas quais a análise percentual pode ser baseada no total da demonstração ou da tabela em estudo. Mesmo a análise vertical apresentar limitações a uma demonstração individual detalhada, sua significância pode ser ampliadas pela demonstração comparada.

Em análise vertical, cada valor ou demonstração é determinado como porcentagem do valor total. Deve-se ser zeloso ao julgamento das diferenças de porcentagens quando da análise de valores e demonstrações, necessárias devido a atualização dos valores pelo tempo de coleta de valores. Deve-se determinar um

tempo de avaliação e cálculo dos valores e demonstrações e justificar as alterações que se apresentarem.

3.2.4 Demonstrações com Medidas Comuns

Em análise vertical, cada valor ou demonstração é determinado como porcentagem do valor total. Deve-se ser zeloso ao julgamento das diferenças de porcentagens quando da análise de valores e demonstrações, necessárias devido a atualização dos valores pelo tempo de coleta de valores. Deve-se determinar um tempo de avaliação e cálculo dos valores e demonstrações e justificar as alterações que se apresentarem.

Análise horizontal e vertical utilizando valores absolutos (quantidades) e relativos (%) são úteis para avaliar, principalmente, as relações e tendências nas condições operacionais de um negócio. A análise vertical com medidas absolutas e relativas também é útil na comparação de uma empresa com outra ou com índices setoriais. Tais comparações são mais fáceis de fazer com demonstrações que utilizem a mesma medida. Nas demonstrações com medidas comuns, todos os itens são expressos em porcentagens ou no caso de se dividir valores de mesma unidade o resultado será adimensional.

Empresas entre si e para uma empresa com o seu ramo de atividade, são interessantes as demonstrações com medidas comuns na comparação de período atual com períodos anteriores. Para o caso em estudo aconselha esta comparação de forma anual. Os dados setoriais estão sempre disponíveis nas associações e instituições de governo, geralmente atualizados mensalmente ou anualmente, dependendo da complexidade envolvida na coleta de dados ou em sua tabulação.

3.2.5 Outras Medidas Analíticas

Além das análises precedentes, outras relações podem-se construir e demonstrar em índices e porcentagens. Em diversas circunstâncias, estes valores ou demonstrações são uma forma de análise vertical. Compara-se esses itens com os períodos anteriores e tem-se uma forma de análise horizontal (WARREN *et al.*, 2004).

3.3 MÉTODO – DESENVOLVIMENTO DOS ÍNDICES

3.3.1 Análise do número de economias e ICOM-Eco

Na TABELA 2 estão relacionados os cinco municípios que exemplificam onde apresenta-se o número de economias e o ICOM-Eco que é o Índice de Complexidade Operacional Manutenção de Economias. Importante destacar que o município de Curitiba, devido ao seu tamanho e complexidade está dividido em três regiões, a saber: Unidades Regionais Curitiba Sul (URCTS), Curitiba Norte (URCTN) e Curitiba Leste (URCTL), pois cada uma destas apresenta porte de município com complexidade operacional semelhante a Londrina e maior que o município de Maringá. Este pensamento vai repetir-se para os outros indicadores parciais que serão apresentados na sequência.

TABELA 2 - ECONOMIAS E VALORES CALCULADOS PARA ICOM-ECO

| Município | Economias | ICOM – Eco |
|-----------------------------|------------------|-------------------|
| Curitiba, região Sul | 291.564 | 3,89 |
| Londrina | 209.049 | 2,79 |
| Curitiba, região Norte | 211.815 | 2,82 |
| Curitiba, região Leste | 192.956 | 2,57 |
| Maringá | 144.999 | 1,93 |
| Maiores valor de referência | 300.000 | Peso: 4 |

FONTE: Elaborado pelo Autor (2014)

Para a determinação do ICOM-Eco adota-se um valor de referência de 300.000 economias e o peso atribuído para as economias em relação ao ICOM-RDA é de 4. Para obter o cálculo do ICOM-Eco basta dividir o número de economias acumulada mês pelo valor de referência de economias e multiplicar pelo peso atribuído. Por exemplo, para a URCTS, o cálculo é expresso por $(291.564 \div 300.000 \times 4) = 3,89$, conforme verifica-se na TABELA 2 acima.

3.3.2 Análise da metragem de extensão de rede e ICOM-ERDA

Na TABELA 3 estão relacionados os cinco municípios como exemplo onde apresenta-se a metragem de extensão de rede de água e o ICOM-ERDA que é o Índice de Complexidade Operacional Manutenção de Extensão de Rede de Distribuição de Água.

TABELA 3 - EXTENSÃO DE REDE E VALORES CALCULADOS PARA ICOM-ERDA

| Município | Extensão de Rede | ICOM - ERDA |
|-----------------------------|-------------------------|--------------------|
| Curitiba, região Sul | 2.789.741 | 2,79 |
| Londrina | 2.826.385 | 2,83 |
| Curitiba, região Norte | 2.082.710 | 2,08 |
| Curitiba, região Leste | 1.803.712 | 1,80 |
| Maringá | 1.894.233 | 1,89 |
| Maiores valor de referência | 3.000.000 | Peso: 3 |

FONTE: Elaborado pelo Autor (2014)

Para a determinação do ICOM-ERDA adota-se um valor de referência de 3.000.000 m de extensão de rede e o peso atribuído para a extensão de rede em relação ao ICOM-ERDA é de 3. Para obter o cálculo do ICOM-ERDA basta dividir a metragem de extensão de rede pelo valor de referência de extensão de rede e multiplicar pelo peso atribuído. Por exemplo, para o município de Londrina (LONDRINA) o cálculo é o seguinte: $(2.826.385 / 3.000.000 * 3) = 2,83$, conforme mencionado na TABELA acima.

3.3.3 Análise da quantidade de serviços executados em rede de distribuição de água e ICOM-SERDA

Na TABELA 4 estão relacionados os cinco municípios como exemplo onde apresenta-se a quantidade de serviços executados em rede de distribuição de água e o ICOM-SERDA que é o Índice de Complexidade Operacional Manutenção de Serviços Executados em Rede de Distribuição de Água.

TABELA 4 - SERVIÇOS EXECUTADOS E VALORES CALCULADOS PARA ICOM-SERDA

| Município | Serviços Executados | ICOM - SERDA |
|---------------------------|----------------------------|---------------------|
| Curitiba, região Sul | 8.910 | 2,97 |
| Londrina | 9.493 | 3,16 |
| Curitiba, região Norte | 5.376 | 1,79 |
| Curitiba, região Leste | 5.447 | 1,82 |
| Maringá | 4.508 | 1,50 |
| Maior valor de referência | 9.000 | Peso: 3 |

FONTE: Elaborado pelo Autor (2014)

Para a determinação do ICOM-SERDA adota-se um valor de referência de 9.000 serviços executados mês e o peso atribuído para a extensão de rede em relação ao ICOM-SERDA é de 3. Para obter o cálculo do ICOM-SERDA, basta dividir a quantidade de serviços executados pelo valor de referencia dos serviços executados no mês e multiplicar pelo peso atribuído. Por exemplo, para a região de Curitiba Norte, Regional URCTL, o cálculo é dado por: $(5.376 \div 9.000 \times 3) = 1,79$, conforme verifica-se na TABELA acima.

3.3.4 Análise do Índice de Complexidade Operacional da Manutenção de Rede de Distribuição de Água - ICOM-RDA

Na TABELA 5 estão relacionados os três índices que somados formam o ICOM-RDA que é o Índice de Complexidade Operacional da Manutenção de Rede de Distribuição de Água.

TABELA 5 - VALORES CALCULADOS PARA ICOM-RDA

| Município | ICOM-Eco | ICOM - ERDA | ICOM - SERDA | ICOM - RDA |
|------------------------|-----------------|--------------------|---------------------|-------------------|
| Curitiba, região Sul | 3,89 | 2,79 | 2,97 | 9,65 |
| Londrina | 2,79 | 2,83 | 3,16 | 8,78 |
| Curitiba, região Norte | 2,82 | 2,08 | 1,79 | 6,70 |
| Curitiba, região Leste | 2,57 | 1,80 | 1,82 | 6,19 |
| Maringá | 1,93 | 1,89 | 1,50 | 5,33 |

FONTE: Elaborado pelo Autor (2014)

Para a determinação do ICOM-RDA soma-se o ICOM-Eco, ICOM-ERDA e ICOM-SERDA. Por exemplo, para a região de Curitiba Leste, Regional URCTL, o cálculo é expresso por: $(2,57 + 1,80 + 1,82) = 6,19$, conforme se pode verificar na TABELA 5.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 DADOS HISTÓRICOS LEVANTADOS

Para a execução do trabalho foi necessária realização de um levantamento de informações da manutenção de redes de distribuição de água como: número de ligações de água, extensão de rede, quantidade de serviços executados. Para isto definiu-se um mês referencial, setembro de 2012 e estudou-se 346 municípios entre o estado do Paraná e Santa Catarina, no Brasil.

Este mês referencial foi utilizado por permitir o menor desvio padrão do ano, gerando uma confiabilidade nos dados. Outras informações pesquisadas em diversos sistemas também se apresentam de forma completa neste mês, gerando a possibilidade de poder estudar e comparar os dados.

Segue abaixo um conjunto de Quadros 7 a 10 que corresponde aos municípios estudados. Importante ressaltar, que o município de Curitiba, aparece na tabela como Curitiba Norte, Curitiba Sul e Curitiba Leste. Devido a sua complexidade operacional, para os estudos de saneamento são consideradas, estas regiões como se fossem municípios independentes. Para justificar este processo, basta citar que a cidade de Londrina, corresponde em complexidade operacional a 1/3 de Curitiba.

| Item | Município | Item | Município |
|------|-------------------------|------|--------------------------|
| 1 | Adrianópolis | 51 | Campo Bonito |
| 2 | Agudos do Sul | 52 | Campo do Tenente |
| 3 | Almirante Tamandaré | 53 | Campo Largo |
| 4 | Altamira do Paraná | 54 | Campo Magro |
| 5 | Alto Paraíso | 55 | Campo Mourão |
| 6 | Alto Paraná | 56 | Cândido de Abreu |
| 7 | Alto Piquiri | 57 | Candói |
| 8 | Altônia | 58 | Cantagalo |
| 9 | Amaporã | 59 | Capanema |
| 10 | Ampére | 60 | Capitão Leônidas Marques |
| 11 | Anahy | 61 | Carambeí |
| 12 | Andirá | 62 | Carlópolis |
| 13 | Antônio Olinto | 63 | Cascavel |
| 14 | Apucarana | 64 | Castro |
| 15 | Arapongas | 65 | Catanduvas |
| 16 | Arapoti | 66 | Centenário do Sul |
| 17 | Arapuã | 67 | Cerro Azul |
| 18 | Araruna | 68 | Céu Azul |
| 19 | Araucária | 69 | Chopinzinho |
| 20 | Ariranha do Ivaí | 70 | Cianorte |
| 21 | Assaí | 71 | Cidade Gaúcha |
| 22 | Assis Chateaubriand | 72 | Clevelândia |
| 23 | Astorga | 73 | Colombo |
| 24 | Atalaia | 74 | Congonhinhas |
| 25 | Balsa Nova | 75 | Conselheiro Mairinck |
| 26 | Barbosa Ferraz | 76 | Contenda |
| 27 | Barra do Jacaré | 77 | Corbélia |
| 28 | Bela Vista do Caroba | 78 | Cornélio Procopio |
| 29 | Bela Vista do Paraíso | 79 | Coronel Domingos Soares |
| 30 | Bituruna | 80 | Coronel Vivida |
| 31 | Boa Esperança | 81 | Corumbataí do Sul |
| 32 | Boa Esperança do Iguaçu | 82 | Cruz Machado |
| 33 | Boa Vista da Aparecida | 83 | Cruzeiro do Iguaçu |
| 34 | Bocaiúva do Sul | 84 | Cruzeiro do Oeste |
| 35 | Bom Jesus do Sul | 85 | Cruzeiro do Sul |
| 36 | Bom Sucesso | 86 | Cruzmaltina |
| 37 | Bom Sucesso do Sul | 87 | Curitiba |
| 38 | Borrazópolis | 88 | Curiúva |
| 39 | Braganey | 89 | Diamante do Norte |
| 40 | Brasilândia do Sul | 90 | Diamante do Oeste |
| 41 | Cafeara | 91 | Diamante do Sul |
| 42 | Cafelândia | 92 | Dois Vizinhos |
| 43 | Cafezal do Sul | 93 | Douradina |
| 44 | Califórnia | 94 | Doutor Camargo |
| 45 | Cambará | 95 | Enéas Marques |
| 46 | Cambé | 96 | Engenheiro Beltrão |
| 47 | Cambira | 97 | Esperança Nova |
| 48 | Campina da Lagoa | 98 | Espigão Alto do Iguaçu |
| 49 | Campina do Simão | 99 | Farol |
| 50 | Campina Grande do Sul | 100 | Faxinal |

QUADRO 7 – MUNICÍPIOS ESTUDADOS DE 1 A 100
 FONTE: Elaborado pelo Autor (2014)

| Item | Município | Item | Município |
|------|----------------------|------|----------------------|
| 101 | Fazenda Rio Grande | 151 | Ivaiporã |
| 102 | Fênix | 152 | Ivaté |
| 103 | Fernandes Pinheiro | 153 | Ivatuba |
| 104 | Figueira | 154 | Jaboti |
| 105 | Flor da Serra do Sul | 155 | Jacarezinho |
| 106 | Florai | 156 | Jandaia do Sul |
| 107 | Floresta | 157 | Janiópolis |
| 108 | Florestópolis | 158 | Japira |
| 109 | Formosa do Oeste | 159 | Jardim Alegre |
| 110 | Foz do Iguaçu | 160 | Jesuítas |
| 111 | Foz do Jordão | 161 | Joaquim Távora |
| 112 | Francisco Alves | 162 | Jundiá do Sul |
| 113 | Francisco Beltrão | 163 | Juranda |
| 114 | General Carneiro | 164 | Lapa |
| 115 | Godoy Moreira | 165 | Laranjal |
| 116 | Goioerê | 166 | Laranjeiras do Sul |
| 117 | Goioxim | 167 | Leópolis |
| 118 | Grandes Rios | 168 | Lidianópolis |
| 119 | Guaira | 169 | Lindoeste |
| 120 | Guairaçá | 170 | Loanda |
| 121 | Guamiranga | 171 | Londrina |
| 122 | Guapirama | 172 | Luiziana |
| 123 | Guaporema | 173 | Lunardelli |
| 124 | Guaraci | 174 | Lupionópolis |
| 125 | Guaraniaçu | 175 | Mallet |
| 126 | Guarapuava | 176 | Mamborê |
| 127 | Guaraqueçaba | 177 | Mandaguaçu |
| 128 | Guaratuba | 178 | Mandaguari |
| 129 | Honório Serpa | 179 | Mandirituba |
| 130 | Ibaiti | 180 | Manfrinópolis |
| 131 | Ibema | 181 | Mangueirinha |
| 132 | Icaraíma | 182 | Manoel Ribas |
| 133 | Iguatu | 183 | Maria Helena |
| 134 | Imbaú | 184 | Marilândia do Sul |
| 135 | Imbituva | 185 | Marilena |
| 136 | Inácio Martins | 186 | Maringá |
| 137 | Inajá | 187 | Mariópolis |
| 138 | Indianópolis | 188 | Maripá |
| 139 | Ipiranga | 189 | Marmeleiro |
| 140 | Iporã | 190 | Marquinho |
| 141 | Iracema do Oeste | 191 | Matelândia |
| 142 | Irati | 192 | Matinhos |
| 143 | Iretama | 193 | Mato Rico |
| 144 | Itaguajé | 194 | Mauá da Serra |
| 145 | Itaipulândia | 195 | Medianeira |
| 146 | Itambé | 196 | Mirador |
| 147 | Itapejara do Oeste | 197 | Missal |
| 148 | Itaperuçu | 198 | Moreira Sales |
| 149 | Itaúna do Sul | 199 | Morretes |
| 150 | Ivaí | 200 | Nova Aliança do Ivaí |

QUADRO 8 – MUNICÍPIOS ESTUDADOS DE 101 A 200
 FONTE: Elaborado pelo Autor (2014)

| Item | Município | Item | Município |
|------|----------------------------|------|-----------------------------|
| 201 | Nova América da Colina | 251 | Quatiguá |
| 202 | Nova Aurora | 252 | Quatro Barras |
| 203 | Nova Cantú | 253 | Quedas do Iguaçu |
| 204 | Nova Esperança | 254 | Querência do Norte |
| 205 | Nova Esperança do Sudoeste | 255 | Quinta do Sol |
| 206 | Nova Laranjeiras | 256 | Quitandinha |
| 207 | Nova Londrina | 257 | Ramilândia |
| 208 | Nova Olímpia | 258 | Rancho Alegre |
| 209 | Nova Prata do Iguaçu | 259 | Rancho Alegre dOeste |
| 210 | Nova Santa Rosa | 260 | Realeza |
| 211 | Nova Tebas | 261 | Rebouças |
| 212 | Novo Itacolomi | 262 | Renascença |
| 213 | Ortigueira | 263 | Reserva |
| 214 | Ourizona | 264 | Reserva do Iguaçu |
| 215 | Ouro Verde dOeste | 265 | Ribeirão do Pinhal |
| 216 | Paçandu | 266 | Rio Azul |
| 217 | Palmas | 267 | Rio Bom |
| 218 | Palmeira | 268 | Rio Bonito do Iguaçu |
| 219 | Palmital | 269 | Rio Branco do Ivaí |
| 220 | Palotina | 270 | Rio Branco do Sul |
| 221 | Paraíso do Norte | 271 | Rio Negro |
| 222 | Paranacity | 272 | Rolândia |
| 223 | Paranavaí | 273 | Roncador |
| 224 | Pato Branco | 274 | Rondon |
| 225 | Paula Freitas | 275 | Rosário do Ivaí |
| 226 | Paulo Frontim | 276 | Sabáudia |
| 227 | Perobal | 277 | Salgado Filho |
| 228 | Pérola | 278 | Salto do Itararé |
| 229 | Pérola dOeste | 279 | Salto do Lontra |
| 230 | Piên | 280 | Santa Amélia |
| 231 | Pinhais | 281 | Santa Cruz de Monte Castelo |
| 232 | Pinhal de São Bento | 282 | Santa Fé |
| 233 | Pinhalão | 283 | Santa Helena |
| 234 | Pinhão | 284 | Santa Inês |
| 235 | Pirai do Sul | 285 | Santa Izabel dOeste |
| 236 | Piraquara | 286 | Santa Lúcia |
| 237 | Pitanga | 287 | Santa Maria do Oeste |
| 238 | Planaltina do Paraná | 288 | Santa Mariana |
| 239 | Planalto | 289 | Santa Tereza dOeste |
| 240 | Ponta Grossa | 290 | Santa Terezinha do Itaipu |
| 241 | Pontal do Paraná | 291 | Santo Antônio da Platina |
| 242 | Porecatu | 292 | Santo Antônio do Caiuá |
| 243 | Porto Amazonas | 293 | Santo Antônio do Sudoeste |
| 244 | Porto Rico | 294 | Santo Inácio |
| 245 | Porto União | 295 | São Carlos do Ivaí |
| 246 | Porto Vitória | 296 | São Jerônimo da Serra |
| 247 | Pranchita | 297 | São João |
| 248 | Primeiro de Maio | 298 | São João do Caiuá |
| 249 | Prudentópolis | 299 | São João do Ivaí |
| 250 | Quarto Centenário | 300 | São João do Triunfo |

QUADRO 9 – MUNICÍPIOS ESTUDADOS DE 201 A 300
 FONTE: Elaborado pelo Autor (2014)

| Item | Município | Item | Município |
|------|---------------------------|------|-----------------------|
| 301 | São Jorge do Oeste | 324 | Telêmaco Borba |
| 302 | São Jorge do Patrocínio | 325 | Terra Boa |
| 303 | São José da Boa Vista | 326 | Terra Roxa |
| 304 | São José das Palmeiras | 327 | Tibagi |
| 305 | São José dos Pinhais | 328 | Tijucas do Sul |
| 306 | São Manoel do Paraná | 329 | Toledo |
| 307 | São Mateus do Sul | 330 | Tomazina |
| 308 | São Miguel do Iguaçu | 331 | Três Barras do Paraná |
| 309 | São Pedro do Iguaçu | 332 | Tunas do Paraná |
| 310 | São Pedro do Ivaí | 333 | Tuneiras do Oeste |
| 311 | São Pedro do Paraná | 334 | Turvo |
| 312 | São Sebastião da Amoreira | 335 | Ubiratã |
| 313 | São Tomé | 336 | Umuarama |
| 314 | Sapopema | 337 | União da Vitória |
| 315 | Saudade do Iguaçu | 338 | Uniflor |
| 316 | Sengés | 339 | Uraí |
| 317 | Serranópolis do Iguaçu | 340 | Ventania |
| 318 | Siqueira Campos | 341 | Vera Cruz do Oeste |
| 319 | Sulina | 342 | Verê |
| 320 | Tamarana | 343 | Virmond |
| 321 | Tamboara | 344 | Vitorino |
| 322 | Tapira | 345 | Wenceslau Braz |
| 323 | Teixeira Soares | 346 | Xambrê |

QUADRO 10 – MUNICÍPIOS ESTUDADOS DE 301 A 346
 FONTE: Elaborado pelo Autor (2014)

4.2 ANÁLISE DO FLUXO DE MATERIAIS

Em análise das ligações de água, percebeu-se uma falha para a metodologia, pois temos, por exemplo, um edifício, uma habitação multifamiliar que nas estatísticas conta como somente uma ligação e não expressa a magnitude, pois neste prédio a ligação de água é de bitola maior que a de uma casa, habitação unifamiliar e atendendo uma grande quantidade de usuários.

Desta forma substitui-se no cálculo o número de ligações de água por número de economias que expressa melhor a complexidade da rede de distribuição de água e a complexidade dos serviços de manutenção de redes desenvolvidos nas ligações de água multifamiliar.

Ficou o desafio de administrar a fadiga dos materiais que compõe a rede de água e a sua idade, pois tem influencia no prazo de validade dos materiais indicados nos manuais dos fabricantes. A experiência demonstra que mesmo peças e equipamentos de mais idade, desde que com manutenções preditivas e preventivas, em situações ideais de instalação, tendem a apresentar uma vida útil superior a

indicada nos manuais de fábrica. Desta forma o número de serviços executados na rede, georeferenciada, ou localizada por cadastro técnico, demonstra o real estado de conservação da rede. Esta constatação fomentou o uso do número de serviços que indicam que quanto maior o número de manutenções corretivas, pior é o estado de conservação e funcionamento das redes de distribuição de água.

4.2.1 Dados para o Cálculo do ICOM-RDA

Em viagens pelo estado do Paraná, visitando sistemas operacionais, municípios e regionais, que são um grupo de municípios liderado por um município sede, fez-se um levantamento de dados e estudo com a seguinte questão: Quais os fatores que mais influenciam a complexidade operacional de Manutenção de Rede de Distribuição de Água?

As respostas para esta questão revelaram os seguintes fatores:

- Quantidade ou número de Ligações de Água;
- Extensão de Rede;
- Quantidade de ou número de serviços executados por mês;
- Idade da rede, ou seja, quando foi executada;
- Material de execução da rede;
- Tipo do solo;
- Tipologia do terreno, ou seja, relação de relevo.

Buscaram-se informações dos municípios e verificou-se que nenhum destes reunia todas as informações ou informações obtidas com metodologias confiáveis. Para poderem-se comparar os municípios entre eles somente quatro fatores dos oito tinham a informação, e o importante é que coincidiam com os quatro fatores de maior importância operacional. São eles:

- Quantidade ou número de Ligações de Água;
- Quantidade ou número de Economias de Água;
- Extensão de Rede;
- Quantidade ou número de serviços executados por mês.

Esta metodologia de buscar os fatores de maior importância, também é a do Sistema Nacional de Informações do Saneamento – SNIS, que também busca coletar informações ou fatores comuns a todos os municípios para a obtenção de estudos comparativos.

4.2.2 Quantidade ou número de ligações de Água

Existe uma relação direta entre a complexidade de um sistema com a quantidade ou número de ligações. É fato que quanto maior for o número de ligações de um sistema ou município, maior é a complexidade operacional, pois tem-se um número maior de ligações para a gerência. É necessária uma quantidade maior de reservatórios de água tratada para garantir a disponibilidade de água para consumidores nos momentos de pico de consumo. Outros equipamentos como VRP e bombas tipo *booster* são necessárias para manter, reduzir ou elevar a pressão na rede de água para garantir o transporte da água e a chegada ao consumidor com pressão de 10 mca conforme determina a legislação brasileira.

4.2.3 Relação Ligação e Economia de Água

Importante salientar que quando experimentado no cálculo o número de ligações, percebeu-se um hiato operacional, pois as ligações não tinham o mesmo padrão de bitola e fornecimento de água. Estas ligações variam o diâmetro e também sua complexidade de instalação. “Não se pode dizer que uma ligação de diâmetro de $\frac{3}{4}$ ”, normalmente aplicada em uma residência unifamiliar e utilizada em um curto período do dia, tenha a mesma complexidade operacional de uma ligação de diâmetro de 2” e utilizada praticamente 24 horas por dia em uma cervejaria.

Sendo assim que se desenvolveu o estudo sobre o conceito de economia de água, que faz uma correlação entre a ligação e sua complexidade, atribuindo uma forma de pesos para cada tipo de uso da ligação, conforme fundamentado no item 2.2.2 deste trabalho.

4.2.4 Relação Idade da Rede de Distribuição de Água e outros Fatores Operacionais estudados

Em práticas operacionais, experimentadas no acompanhamento das equipes de execução da manutenção em redes de distribuição de água, verifica-se uma relação direta, e muitas vezes proporcional da idade da rede, ou seja, do tempo de vida ou aniversário de execução da construção do trecho de rede com a quantidade de serviços de manutenção no ano.

Quanto mais antiga for a rede de distribuição, geralmente, é maior a quantidade de serviços de manutenção executados nesta rede. Em determinadas circunstâncias, quando se faz necessário a ampliação do fornecimento de água para determinada região, ou no acompanhamento operacional que demonstra um gasto financeiro elevado com a manutenção de determinado trecho, opta-se por construir uma nova rede, com materiais novos, normalmente de custo menor de manutenção que o da composição da rede antiga que desta forma fica excluída do sistema operacional.

Com o vínculo da idade da rede com os serviços executados tem-se uma representação direta, de forma que se dispensa a informação, nem sempre disponível, revelada na quantidade de serviços. Outra problemática resolvida por esta vincula é que, em muitos casos, a reconstrução de parte da rede de distribuição ou consertos não é executada em toda a rede, ficando a rede com partes novas e antigas. Pergunta-se: como determinar a idade da rede com diversos trechos compostos com materiais de idades diferentes e em muitas vezes de composição diferentes? A quantidade de serviços demonstrou-se um excelente índice em substituição a idade da rede.

4.2.5 Relação Material de Execução da Rede de Distribuição de Água e outros Fatores Operacionais estudados

Em nossos dias, percebe-se uma gama de materiais diversa para responder a mesma necessidade operacional. Os materiais variam em vários itens como: composição do material, durabilidade, elasticidade, dureza, ou seja, pode-se resumir em propriedades químicas, físicas e biológicas dos materiais.

Os novos materiais apresentados pelo mercado, sempre em evolução, em grande parte, têm características/propriedades ampliada em relação aos materiais antigos, pois tem uma nova concepção de construção e uma manutenção simplificada. Tem a tendência de serem mais leves e compatíveis com outros materiais antigos para evitar a reconstrução de grandes trechos de rede.

4.2.6 Relação Tipo de Solo e outros Fatores Operacionais estudados

Os solos mais rígidos, devido a sua maior resistência mecânicos, têm uma maior durabilidade dos berços de tubulação, ou seja, o local onde são assentadas as tubulações, não ocasionando ou resistindo por mais tempo as deformações causadas pelo peso dos tubos com água.

Desta forma os tubos vão sofrer menor curvatura vertical reduzindo a possibilidade de perda de água nas emendas ponta-bolsa entre os tubos, conexões e equipamentos.

Quanto maior o tempo de permanência das tubulações na posição em que foram executadas, ou mais próxima dela, reduz a quantidade de manutenção neste trecho de extensão de rede.

Percebe-se que em terrenos de menor dureza, como os solos arenosos do litoral, tem-se uma maior necessidade de manutenção e como conseqüência uma maior quantidade de serviços.

4.2.7 Relação Tipo de Terreno e outros Fatores Operacionais estudados

Em terrenos muito acidentados, onde existe uma grande variação de altitudes em planos de extensão de terras pequenas a manutenção de redes necessita de mais atenção.

Os tubos têm uma flexibilidade limitada para acompanhar terrenos acidentados. Outro ponto importante é que a variação da altura dos terrenos aumenta a necessidade dos usos de bombas elevatórias para vencer os desníveis e o uso de bombas na função de *booster* para aumentar a pressão em linha em pequenas subidas e o uso do equipamento VRP em pontos de descida de tubulação.

A grande quantidade de equipamentos, booster de válvulas de redução de pressão, e outros equipamentos como: expurgadores de ar, filtros, conexões, aumentam significativamente a quantidade de serviços de manutenção nas extensões de redes.

4.2.8 Pesos no calculo do ICOM-RDA

Para o efeito do cálculo demonstra-se a necessidade de atribuir pesos para as variáveis:

- Quantidade de Economia de Água – ICOM-Eco;
- Extensão de Redes de Distribuição de Água – ICOM-ERDA;
- Quantidade de Serviços de Manutenção em Redes de Distribuição de Água – ICOM-SERDA.

Em reuniões e estudos com os coordenadores de rede de distribuição de água, em diversas cidades do estado do Paraná, discutiu-se os pesos para cada uma das variáveis, conforme a interferência de cada variável na complexidade operacional e principalmente vinculada ao porte da base operacional. Definiu-se que as somatórias dos pesos fossem igual a 10, valor de simples entendimento e fácil cálculo pelas áreas da empresa, pois a frequência com que os valores das variáveis sofrem alterações, obriga a se compilar a base de dados mensalmente, acarretando modificações no valores de cálculo do ICOM-RDA.

Ainda sobre os pesos, a influência dos pesos no cálculo foi estabelecida conforme os valores indicados na TABELA 6.

TABELA 6 – PESO ATRIBUÍDOS ÀS VARIÁVEIS DE COMPOSIÇÃO DO ICOM-RDA

| Variável | Peso |
|-----------------|-------------|
| ICOM-Eco | 4,0 |
| ICOM-ERDA | 3,0 |
| ICOM-SERDA | 3,0 |
| Soma dos pesos | 10,0 |

FONTE: Elaborado pelo Autor (2014)

Destaca-se que sempre existe uma competição sadia entre os municípios que desejam possuir uma base operacional de maior porte, por isto existe a necessidade de consenso sobre o uso das variáveis e utilizar as que todos possuem dados e ciência. Existe também um estreito relacional entre custo e benefício do tipo de base operacional adotada. Por exemplo, a base operacional tipo 1 tem mais benefícios devido a contemplar maior estrutura operacional em contrapartida um maior custo de mobilização, operação e manutenção.

Foi de consenso que quando se aumenta a quantidade de economias, existe um crescimento na quantidade de ligações, fato este gerado por crescimento populacional ou alteração das leis de zoneamento dos municípios, que permitem, por exemplo, a construção de um edifício onde antes era somente um bairro residencial composto por casas. Fica assim demonstrado que a quantidade de economias é o fator de maior influencia na complexidade operacional em redes de água.

Outro ponto importante é que a extensão de redes e serviços normalmente cresce em regime paralelo, crescendo a extensão de redes cresce proporcionalmente os serviços executados, por isto que os pesos são 3,0 para cada um. O peso estabelecido para economias foi de 4,0, o que determinou um valor máximo de 10 pontos, na somatória dos pesos.

Entendeu-se melhor fazer o calculo anualmente para comparar as alterações e deixar definido o ICOM-RDA vigente para um ano. Os contratos de manutenção das empresas terceirizadas têm duração de dois anos, então a base operacional que servirá a empresa terceirizada ficará com uma estrutura fixa por este período. Quando ocorre um novo processo de licitação, se existir a necessidade, defini-se uma mudança de base operacional, se o calculo indicar.

Percebe-se fazendo acompanhamento por alguns anos que normalmente tem-se alterações de posição dos sistemas operacionais/municípios em uma variação inferior a 5%, o que valida a composição da base operacional por um bom tempo. Adotou-se o hábito de fazer um estudo da composição das bases operacionais a cada quatro anos, alterar se necessário os valores máximos para o calculo do ICOM-RDA.

Nos municípios de Curitiba e Londrina, sendo Curitiba subdividida estrategicamente pela SANEPAR nas Regionais URCTN, URCTS e URCTL,

observou-se que o crescimento das economias acompanhou o crescimento vegetativo da população, não excedendo 3% ao ano, pois estes dois grandes centros urbanos já ocupam praticamente 100% de seu solo, o que implica em uma reduzida possibilidade de crescimento populacional. Por outro lado, as cidades vizinhas a estes centros manifestaram crescimento elevado no número de moradias, gerando maior consumo de água.

4.2.9 Resumo das Informações do ICOM – RDA

A TABELA 7 exibe a somatória do ICOM-RDA, bem como seu valor médio, em função do universo de municípios estudados, conforme demonstrado nos Apêndices.

TABELA 7 - ICOM-RDA TOTAL E MÉDIO, EM FUNÇÃO DE MUNICÍPIOS

| Variável | Peso |
|---------------------|-------------|
| ICOM-RDA total | 139,48 |
| ICOM-RDA médio | 23,25 |
| Total de municípios | 346 |

FONTE: Elaborado pelo Autor (2014)

A TABELA 8 apresenta os parâmetros de cálculo das bandas, em função das bases operacionais.

TABELA 8 - PARÂMETROS DE CÁLCULO DAS BANDAS, EM FUNÇÃO DAS BASES

| Base | Média | Limite Inferior | Banda (%) | 5 Bases |
|-------------|--------------|------------------------|------------------|----------------|
| 1 | 23,25 | 27,90 | 20 | 27,90 |
| 2 | 46,49 | 53,93 | 16 | 55,79 |
| 3 | 69,74 | 78,11 | 12 | 83,69 |
| 4 | 92,98 | 100,42 | 8 | 111,58 |
| 5 | 116,23 | 120,88 | 4 | 139,48 |
| 6 | 139,48 | 139,48 | - | - |

FONTE: Elaborado pelo Autor (2014)

A TABELA 9 contém a distribuição dos municípios por tipo de base operacional e as suas porcentagens correspondentes.

TABELA 9 - CÁLCULO DE QUANTIDADE DE MUNICÍPIOS, EM FUNÇÃO DAS BASES

| Base operacional | Municípios | | Somatória dos ICOM | % da somatória dos ICOM |
|------------------|------------|--------|--------------------|-------------------------|
| | Quantidade | % | | |
| 1 | 4 | 1,15 | 31,32 | 22,45 |
| 2 | 6 | 1,72 | 24,47 | 17,54 |
| 3 | 14 | 4,02 | 22,95 | 16,46 |
| 4 | 32 | 9,20 | 21,94 | 15,73 |
| 5 | 77 | 22,13 | 20,38 | 14,61 |
| 6 | 215 | 61,78 | 18,42 | 13,21 |
| | | Totais | 139,48 | 100,00 |

FONTE: Elaborado pelo Autor (2014)

Percebe-se que a metodologia do cálculo do ICOM-RDA pode ser aplicada a qualquer empresa de saneamento que possua o dados necessários para o calculo. As empresas sempre demonstram dificuldade de obter parâmetros para o dimensionamento de sua estrutura operacional que sustente uma prestação de serviços de boa qualidade. Sempre nas análises de gestão entra a relação custo benefício.

Como o método apresentado para a construção do ICOM-RDA é matemático, pode-se aplicar a qualquer natureza de serviços de manutenção, como por exemplo, de instalações elétricas, escolhendo os indicadores operacionais confiáveis e testando os pesos e calculo com o confronto da realidade.

A possibilidade de se alterar os dados acompanhando a evolução do tempo e fornecendo uma nova classificação viabiliza o processo de justificativas para a aquisição de estrutura operacional.

Caso o tempo faça que um município ultrapasse os valores prefixados para este estudo, pode-se criar uma nova base operacional que responda a necessidade. O modelo permanece aberto às inovações tecnológicas que são fundamentais para a melhoria na qualidade dos serviços, sendo estas um novo elemento nas bases operacionais.

A banda demonstra uma variação de 4% entre cada base, sendo simples a constatação dos limites entre as faixas que determinam a base operacional de cada município.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho demonstrou a importância do emprego de recursos analíticos nos processos operacionais de manutenção das estruturas de saneamento, na funcionalidade da distribuição de água. O produto resultante desta análise é o indicador ICOM-RDA, responsável por expressar as condições físicas e operacionais da estrutura de distribuição de água, auxiliando na definição de base operacional das empreiteiras de manutenção de redes de distribuição de água.

O indicador ICOM-RDA foi elaborado como a resultantes de três outros indicadores que consideram diferentes aspectos da complexidade dos serviços e a relevância dos diferentes sistemas de distribuição da água. Estes três indicadores buscam expressar a abrangência da área atendida ou seja a relação com as economias (ICOM-Eco), a dimensão da estrutura física ou seja a relação com a extensão de rede (ICOM-ERDA) e a quantidade destes serviços (ICOM-SERDA), remetendo à frequência com que se tem realizado os serviços de manutenção.

A composição dos indicadores ICOM se deu por formulação matemática, pela atribuição de um peso diferenciado para cada indicador, ou seja, cada peso foi atribuído de acordo com a importância do indicador, de modo a considerar a sua importância na complexidade dos processos operacionais da RDA.

Outro fator importante é que os ICOM-RDA, apesar se serem calculados isoladamente para cada sistema de abastecimento, podem ser utilizados para a análise de um conjunto de sistemas, ou seja, existe a possibilidade de somar os ICOM-RDA de municípios vizinhos. Desta forma, o analista consegue visualizar a possibilidade de uma base operacional atender mais de um município, possibilitando a economia de recursos financeiros na alocação dos esforços de manutenção.

Com relação aos diversos sistemas operacionais de manutenção de redes de distribuição de água no Estado do Paraná, operados pela SANEPAR, o presente trabalho possibilitou um maior conhecimento das relações existentes entre os diferentes sistemas de distribuição de água, em seus diferentes portes. Desta forma, o presente trabalho apresentou-se como uma fundamental oportunidade de melhoria, ou seja, uma ferramenta de apoio à resolução de necessidades operacionais e estratégicas da manutenção de redes de distribuição de água (ICOM - RDA). Este indicador também pode ser entendido como uma importante ferramenta

de tomada de decisão na definição de porte de base operacional às gerências dos sistemas de operação e manutenção de redes e ramais de água.

Um aspecto importante no uso dos indicadores desenvolvidos no presente trabalho, é a base de dados mantida pela empresa. Sua qualidade é fundamental para que os ICOM-RDA possam ser aplicados com êxito na análise dos trabalhos operacionais de manutenção. Ressalta-se a necessidade de que a base de dados seja confiável, com precisão em informações como profundidade da rede em relação ao solo, idade da rede, tipo de material e localização georeferenciada das componentes da RDA. Um banco de dados consistente e abrangente possibilitará estudos de inter-relacionamento destas informações, podendo-se ampliar o ICOM-RDA, favorecendo uma sintonia fina entre a manutenção de redes e o planejamento operacional.

Um aspecto importante apontado em entrevistas com os profissionais da manutenção de rede, operação de redes, projetos e planejamento operacional, foi a necessidade de se buscar critérios matemáticos que ajudem a dimensionar as equipes de trabalhos baseados em tipos de serviços, tempo padrão para execução, tipos de equipes e suas quantidades e qualidades.

A maioria das empresas de saneamento do Brasil, a exemplo da SANEPAR, executam tanto os serviços de distribuição de água, como de coleta de esgoto, de modo que os serviços de manutenção nas estruturas de água e esgoto sejam realizados pela mesma equipe, dentro do mesmo tipo de atividade. O uso do indicador ICOM-RDA na gestão dos serviços de água, abre um leque de oportunidades para a análise dos serviços operacionais de manutenção dos serviços de esgotos, com a criação de novos indicadores específicos.

Portanto, como sugestão para futuros trabalhos, o indicador ICOM-RDA abre oportunidades para:

- A ampliação e enriquecimento das bases de dados, com informações mais específicas acerca da água, bem como na oportunidade de uma maior especialização das empresas em saneamento, gerando uma qualidade ótima na sua prestação de serviços, pelo nível de aprofundamento no conhecimento;
- A elaboração de indicadores operacionais da manutenção da rede coletora de esgotos, por meio de expressões matemática, de forma semelhante ao realizado no presente trabalho.

6 REFERÊNCIAS

3CCONSTRUTORA. **Saneamento**. Disponível em: <http://www.3cconstrutora.com.br/serv_saneament.asp>. Acesso em: 04/04/2014.

(ABNT) Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12218 – Projeto de Rede de Distribuição de Água para Abastecimento Público (1994)**. Rio de Janeiro, 2014.

_____. **NBR 5462**. (1994) **Confiabilidade e manutenibilidade** - Terminologia. Rio de Janeiro, 1994b.

(ADASA) Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal: **Abastecimento de Água**. Disponível em: <http://www.adasa.df.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=838:abastecimento-de-agua&catid=74&Itemid=316>. Acesso em: 04/04/2014.

AGÊNCIA BRASIL. **ONU: população precisará de 40% a mais de água em 2030**. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2014-03/onu-populacao-precisara-de-40-mais-de-agua-em-2030>>. Acesso em: 20/03/2014.

BERNARDO, L. D. ; DANTAS, A. D. B. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. 2. ed. São Paulo: Editora Rima, 2005.

BERNARDO, L. D; PAZ, L. P. S. **Seleção de tecnologias de tratamento de água**. v. 1, 1. ed. São Paulo: Editora Ldibe Ltda., 2008.

COLLISCHONN, B. *et al.* **Modelagem hidrológica de uma bacia com uso intensivo de água- Caso do rio Quaraí – RS**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas — Universidade Federal do Rio Grande do Sul. RBRH –Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 16, n. 4, p.119-133, out/dez, 2011.

(CBDB) COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS, NÚCLEO REGIONAL DO PARANÁ. **Dicionário de barragens: linguístico / Comitê Brasileiro de Barragens**. Núcleo Regional do Paraná – Porto Alegre: Nova Prova, p.424, 2010.

DIAS JR, L. C. **Metodologia para identificação de falhas no cadastro de economias em ligações residenciais de água: estudo de caso no sistema Costa Norte em Florianópolis, SC**. – ABES, 2013 XI -16.

EMBAIXADA DA ALEMANHA EM LUANDA. **Direito humano a água potável limpa e saneamento básico**. Disponível em: <http://www.luanda.diplo.de/Vertretung/luanda/pt/03__Politik/menschenrechte-zum-kopieren/02-aktionsfelder/2-4-menschen-recht-sauberes-trinkwasser.html>. Acesso em 03/12/2014. ABES, 2013 XI -16.

FONTANA, M. E. **Modelo de setorização para manobra em rede de distribuição de água baseado nas características das unidades consumidoras**. (2012). Tese.

Disponível em: <<http://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-R&q=MODELO+DE+SE+TORIZA%C3%87%C3%83O+PARA+MANOBRA&btnG=&lr=>>>. Acesso em: 27/04/2014.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. *et al.* **Abastecimento de água para consumo humano**. 1. ed. Belo Horizonte – MG: Editora UFMG. 2006. p. 603.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. Academia das Ciências de Lisboa – Portugal : Editora Houaiss e Objetiva. 2001. p.489.

HUBNER, R. **Medidas de Redução de Perdas de Água em Redes de Abastecimento**. SENAI, 3ª Edição revisada. Blumenau – SC, 2011.p. 5-39.

KANESHIRO, P. J. I. *et al.* **Latin America Transactions**. IEEE - Revista IEEE America Latina, v.8, n.5, p. 589-596. 2010.

MARENGO, J. F. **Água e mudanças climáticas**. Revista Estudos Avançados. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php>>. Acesso em 25/04/2014.

MARQUES, J. C. R. **Robust design of water distribution networks for a proactive risk and uncertainty management**. 2013. Teses de Doutorado. University of Coimbra. Disponível em: <<http://handle.net/10316/24442>>. Acesso em 07/12/2014.

(MMA) MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2014. **Recursos hídricos e águas subterrâneas e o ciclo hidrológico** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/água/recursos-hídricos/águas-subterrâneas/ciclo-hidrologico>>. Acesso em: 03/05/2014.

NEPOMUCENO, L. X. *et al.* **Técnicas de Manutenção Preditiva**, v. 1, 1ª Ed., São Paulo – SP: Editora Edgard Blücher Ltda. 1989.

PHILIPPI JR, A. *et al.* **Saneamento, Saúde e Ambiente**. 3ª Ed. Barueri - SP: Editora Manole Ltda., 2013.

QUEIROZ, S. M. P. *et al.* **Gestão Ambiental de Empreendimentos**. Rio de Janeiro - RJ: Editora Qualitymark. 2012.

RIGHETTO, A. M. **Operação ótima de sistema urbano de distribuição de água**. In: *Seminário de planejamento, projeto e operação de redes de abastecimento de água: o estado da arte e questões avançadas*. João Pessoa. 16p. CD-ROM. [Links]. 2002. **Anais**. Disponível em: <<http://scholar.google.com.br/scholar>>. Acesso em: 22/04/2014.

(SANEP) SERVIÇO AUTÔNOMO DE SANEAMENTO DE PELOTAS. **Tratamento**. Disponível em: <http://www.pelotas.rs.gov.br/sanep/tratamento/>>. Acesso em: 06/09/2014.

(SANEPAR) COMPANHIA DE SANEAMENTO DO ESTADO DO PARANÁ. **Elementos do processo de contratação de serviços de manutenção de redes de água e esgoto – URCTL – 2012** p.8-21.

_____. **MASP– Metodologia de Análise Sistemática de Perda – 2014.**

_____. **Programa de treinamento – serviços comerciais de campo – categoria e economia - 2013.** Disponível em: <<http://site.sanepar.com.br/a-sanepar/servicos/agua>>. Acesso em: 06/09/2014

_____. **Termo de referência da manutenção de redes e ramais de água e esgoto - 2014.** Disponível em: <<http://site.sanepar.com.br/a-sanepar/servicos/manutencao>>. Acesso em: 20/09/2014

SANTOS, F. A.; IGLECIAS, W. **Abastecimento de Água**, v.1, Panorama Setorial – Gazeta Mercantil. 2001. p. 171.

SILVA, W. T. P.; SOUZA, M. A. A. **Modelo para o combate a crises de abastecimento urbano de água.** Disponível em: <<http://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/12127/8511>>. n.10, 2014. p. 95-104.

SOUZA, A. S. F. *et al.* **Interpretação do Cadastro Técnico e Manutenção Preventiva e Corretiva de Rede de Distribuição de Água**, SANEPAR – Programa Excelência da Qualidade dos Serviços de Manutenção de Redes e Ramais. 2008. p. 6 e 7.

SOUZA, A. S. F. *et al.* **RCE – Manutenção e Desobstrução de Redes e Ramais de Esgoto**, SANEPAR – Programa Excelência da Qualidade dos Serviços de Manutenção de Redes e Ramais. 2012. p. 69. Disponível em: <[http://site.sanepar.com.br/a-sanepar/servicos/manutenção de redes](http://site.sanepar.com.br/a-sanepar/servicos/manutencao%20de%20redes)>. Acesso em: 07/09/2014.

SPERLING, M. V. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias**, v. 1, 3. ed., Belo Horizonte – MG : Editora UFMG. 2005. p. 15.

TIGRE, **Manual Técnico Tigre – Orientações Técnicas sobre Instalações Hidráulicas Prediais**, Joinville – SC : Editora Tigre. 2013. p. 20.

TRINKWASSERVERLUSTRE, **Instandsetzung des Wasserversorgungssystems im Nordirak.** Disponível em <<http://www.trinkwasserverlustre.de/blog/category/wassemesswagem/>>. Acesso em: 10/09/2014.

(UNICAMP) UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. **Lodo de Estação de Tratamento de Água.** Biblioteca Didática de Tecnologias Ambientais. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~bdta/modulos/saneamento/lodo/lodo.htm>>. Acesso em: 09/09/2014.

WARREN, C. S.; REEVE, J.M.; FESS, P. E.; **Financial & Managerial Accounting.** Eighth Edition. Hardcover, 1248 Pages, Published . 2004 . p. 522-527.

APÊNDICES

| | |
|--|-----------|
| APÊNDICE 1 – ICOM-RDA – Base 1 a 3..... | 1 |
| APÊNDICE 2 – ICOM-RDA – Base 4..... | 2 |
| APÊNDICE 3 – ICOM-RDA – Base 5.1..... | 3 |
| APÊNDICE 4 – ICOM-RDA – Base 5.2..... | 4 |
| APÊNDICE 5 – ICOM-RDA – Base 5.3..... | 5 |
| APÊNDICE 6 – ICOM-RDA – Base 6.1..... | 6 |
| APÊNDICE 7 – ICOM-RDA – Base 6.2..... | 7 |
| APÊNDICE 8 – ICOM-RDA – Base 6.3..... | 8 |
| APÊNDICE 9 – ICOM-RDA – Base 6.4..... | 9 |
| APÊNDICE 10 – ICOM-RDA – Base 6.5..... | 10 |
| APÊNDICE 11 – ICOM-RDA – Base 6.6..... | 11 |
| APÊNDICE 12 – ICOM-RDA – Base 6.7..... | 12 |
| APÊNDICE 13 – ICOM-RDA – Base 6.8..... | 13 |
| APÊNDICE 14 – ICOM-RDA – Base 6.9..... | 14 |
| APÊNDICE 15 – ICOM-RDA – Resumo..... | 15 |

APÊNDICE 1 – ICOM-RDA – Base 1 a 3.

| MUNICÍPIO | ECONOMIAS | EXTENSÃO DE REDE | SERVICOS EXECUTADOS | ICOM - RDA | | | | Somatória ICOM-RDA | Bases | Nº Municípios |
|----------------------|-----------|------------------|---------------------|------------|------|------|------|--------------------|--------|---------------|
| | | | | Eco | ERDA | Serv | RDA | | | |
| CURITIBA Sul | 291.564 | 2.789.741 | 8.910 | 3,89 | 2,79 | 2,97 | 9,65 | 9,65 | Base 1 | 1 |
| LONDRINA | 209.049 | 2.826.385 | 9.493 | 2,79 | 2,83 | 3,16 | 8,78 | 18,43 | | 2 |
| CURITIBA Norte | 211.815 | 2.082.710 | 5.376 | 2,82 | 2,08 | 1,79 | 6,70 | 25,12 | | 3 |
| CURITIBA Leste | 192.956 | 1.803.712 | 5.447 | 2,57 | 1,80 | 1,82 | 6,19 | 31,32 | | 4 |
| MARINGÁ | 144.999 | 1.894.233 | 4.508 | 1,93 | 1,89 | 1,50 | 5,33 | 36,65 | Base 2 | 1 |
| PONTA GROSSA | 115.210 | 1.671.498 | 5.394 | 1,54 | 1,67 | 1,80 | 5,01 | 41,65 | | 2 |
| FOZ DO IGUAÇU | 92.414 | 1.406.867 | 4.241 | 1,23 | 1,41 | 1,41 | 4,05 | 45,70 | | 3 |
| CASCÁVEL | 101.142 | 1.120.842 | 3.314 | 1,35 | 1,12 | 1,10 | 3,57 | 49,28 | | 4 |
| SAO JOSE DOS PINHAIS | 84.200 | 1.186.370 | 3.023 | 1,12 | 1,19 | 1,01 | 3,32 | 52,60 | | 5 |
| COLOMBO | 68.559 | 934.202 | 4.018 | 0,91 | 0,93 | 1,34 | 3,19 | 55,78 | | 6 |
| GUARAPUAVA | 55.250 | 825.873 | 1.827 | 0,74 | 0,83 | 0,61 | 2,17 | 57,95 | Base 3 | 1 |
| ALMIRANTE TAMANDARÉ | 30.236 | 471.463 | 2.998 | 0,40 | 0,47 | 1,00 | 1,87 | 59,83 | | 2 |
| CAMPO LARGO | 34.142 | 637.828 | 2.131 | 0,46 | 0,64 | 0,71 | 1,80 | 61,63 | | 3 |
| UMUARAMA | 38.396 | 645.924 | 1.800 | 0,51 | 0,65 | 0,60 | 1,76 | 63,39 | | 4 |
| APUCARANA | 44.313 | 609.979 | 1.568 | 0,59 | 0,61 | 0,52 | 1,72 | 65,11 | | 5 |
| ARAUCÁRIA | 38.593 | 642.746 | 1.690 | 0,51 | 0,64 | 0,56 | 1,72 | 66,83 | | 6 |
| PINHAIS | 40.826 | 554.537 | 1.577 | 0,54 | 0,55 | 0,53 | 1,62 | 68,46 | | 7 |
| TOLEDO | 44.461 | 649.763 | 1.123 | 0,59 | 0,65 | 0,37 | 1,62 | 70,08 | | 8 |
| ARAPONGAS | 40.410 | 569.233 | 1.363 | 0,54 | 0,57 | 0,45 | 1,56 | 71,64 | | 9 |
| CAMBE | 36.292 | 550.249 | 1.541 | 0,48 | 0,55 | 0,51 | 1,55 | 73,19 | | 10 |
| PARANAVAI | 31.122 | 585.045 | 1.455 | 0,41 | 0,59 | 0,49 | 1,49 | 74,67 | | 11 |
| FAZENDA RIO GRANDE | 29.247 | 438.915 | 1.837 | 0,39 | 0,44 | 0,61 | 1,44 | 76,11 | | 12 |
| PIRAQUARA | 27.109 | 538.412 | 1.513 | 0,36 | 0,54 | 0,50 | 1,40 | 77,52 | | 13 |
| CIANORTE | 26.248 | 484.131 | 1.159 | 0,35 | 0,48 | 0,39 | 1,22 | 78,74 | | 14 |

APÊNDICE 2 – ICOM-RDA – Base 4

| MUNICÍPIO | ECONOMIAS | EXTENSÃO DE REDE | SERVICOS EXECUTADOS | ICOM - RDA | | | | Somatória ICOM-RDA | Bases | Nº Municípios |
|--------------------------|-----------|------------------|---------------------|------------|------|------|------|--------------------|--------|---------------|
| | | | | Eco | ERDA | Serv | RDA | | | |
| CAMPO MOURAO | 33.451 | 404.645 | 1.069 | 0,45 | 0,40 | 0,36 | 1,21 | 79,94 | Base 4 | 1 |
| PATO BRANCO | 28.690 | 472.265 | 737 | 0,38 | 0,47 | 0,25 | 1,10 | 81,04 | | 2 |
| PONTAL DO PARANA | 25.097 | 389.857 | 984 | 0,33 | 0,39 | 0,33 | 1,05 | 82,10 | | 3 |
| MATINHOS | 31.817 | 298.783 | 950 | 0,42 | 0,30 | 0,32 | 1,04 | 83,14 | | 4 |
| FRANCISCO BELTRAO | 26.870 | 361.324 | 811 | 0,36 | 0,36 | 0,27 | 0,99 | 84,13 | | 5 |
| GUARATUBA | 22.616 | 331.378 | 850 | 0,30 | 0,33 | 0,28 | 0,92 | 85,04 | | 6 |
| ROLANDIA | 21.819 | 364.480 | 689 | 0,29 | 0,36 | 0,23 | 0,89 | 85,93 | | 7 |
| UNIAO DA VITORIA | 17.548 | 292.950 | 1.075 | 0,23 | 0,29 | 0,36 | 0,89 | 86,81 | | 8 |
| TELEMACO BORBA | 23.869 | 286.026 | 820 | 0,32 | 0,29 | 0,27 | 0,88 | 87,69 | | 9 |
| IRATI | 17.094 | 343.166 | 681 | 0,23 | 0,34 | 0,23 | 0,80 | 88,49 | | 10 |
| PAICANDU | 14.196 | 216.593 | 986 | 0,19 | 0,22 | 0,33 | 0,73 | 89,22 | | 11 |
| CORNELIO PROCOPIO | 17.296 | 261.761 | 625 | 0,23 | 0,26 | 0,21 | 0,70 | 89,92 | | 12 |
| CASTRO | 17.274 | 163.620 | 827 | 0,23 | 0,16 | 0,28 | 0,67 | 90,59 | | 13 |
| CAMPINA GRANDE DO SUL | 11.940 | 229.839 | 791 | 0,16 | 0,23 | 0,26 | 0,65 | 91,25 | | 14 |
| MEDIANEIRA | 14.284 | 223.359 | 685 | 0,19 | 0,22 | 0,23 | 0,64 | 91,89 | | 15 |
| IVAIPORA | 11.515 | 212.533 | 753 | 0,15 | 0,21 | 0,25 | 0,62 | 92,51 | | 16 |
| ASSIS CHATEAUBRIAND | 11.854 | 203.188 | 737 | 0,16 | 0,20 | 0,25 | 0,61 | 93,11 | | 17 |
| JACAREZINHO | 13.486 | 214.243 | 632 | 0,18 | 0,21 | 0,21 | 0,60 | 93,72 | | 18 |
| MANDAGUARI | 12.730 | 220.318 | 639 | 0,17 | 0,22 | 0,21 | 0,60 | 94,32 | | 19 |
| LAPA | 11.095 | 205.571 | 691 | 0,15 | 0,21 | 0,23 | 0,58 | 94,90 | | 20 |
| RIO NEGRO | 9.383 | 193.433 | 662 | 0,13 | 0,19 | 0,22 | 0,54 | 95,44 | | 21 |
| PALOTINA | 10.343 | 204.330 | 535 | 0,14 | 0,20 | 0,18 | 0,52 | 95,96 | | 22 |
| PALMAS | 12.453 | 190.263 | 480 | 0,17 | 0,19 | 0,16 | 0,52 | 96,48 | | 23 |
| SANTO ANTONIO DA PLATINA | 14.019 | 169.971 | 478 | 0,19 | 0,17 | 0,16 | 0,52 | 97,00 | | 24 |
| QUATRO BARRAS | 6.587 | 165.859 | 688 | 0,09 | 0,17 | 0,23 | 0,48 | 97,48 | | 25 |
| SAO MATEUS DO SUL | 9.537 | 156.843 | 580 | 0,13 | 0,16 | 0,19 | 0,48 | 97,96 | | 26 |
| LOANDA | 7.754 | 161.114 | 607 | 0,10 | 0,16 | 0,20 | 0,47 | 98,42 | | 27 |
| PRUDENTOPOLIS | 8.822 | 204.099 | 418 | 0,12 | 0,20 | 0,14 | 0,46 | 98,88 | | 28 |
| CONTENTDA | 3.823 | 90.359 | 978 | 0,05 | 0,09 | 0,33 | 0,47 | 99,35 | | 29 |
| PORTO UNIAO | 9.689 | 146.715 | 532 | 0,13 | 0,15 | 0,18 | 0,45 | 99,81 | | 30 |
| ASTORGA | 9.267 | 196.922 | 357 | 0,12 | 0,20 | 0,12 | 0,44 | 100,25 | | 31 |
| GUAIRA | 9.968 | 198.185 | 302 | 0,13 | 0,20 | 0,10 | 0,43 | 100,68 | | 32 |

APÊNDICE 3 – ICOM-RDA – Base 5 – parte 1

| MUNICÍPIO | ECONOMIAS | EXTENSÃO DE REDE | SERVICOS EXECUTADOS | ICOM - RDA | | | | Somatória ICOM-RDA | Bases | Nº Municípios |
|------------------------|-----------|------------------|---------------------|------------|------|------|------|--------------------|--------|---------------|
| | | | | Eco | ERDA | Serv | RDA | | | |
| DOIS VIZINHOS | 11.710 | 156.065 | 343 | 0,16 | 0,16 | 0,11 | 0,43 | 101,10 | Base 5 | 1 |
| LARANJEIRAS DO SUL | 9.300 | 143.363 | 462 | 0,12 | 0,14 | 0,15 | 0,42 | 101,52 | | 2 |
| GOIOERE | 10.100 | 139.799 | 421 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,41 | 101,94 | | 3 |
| PALMEIRA | 7.541 | 167.713 | 383 | 0,10 | 0,17 | 0,13 | 0,40 | 102,34 | | 4 |
| IBAITI | 9.236 | 146.253 | 356 | 0,12 | 0,15 | 0,12 | 0,39 | 102,72 | | 5 |
| CAMPO MAGRO | 6.713 | 151.132 | 424 | 0,09 | 0,15 | 0,14 | 0,38 | 103,11 | | 6 |
| UBIRATA | 7.543 | 160.166 | 344 | 0,10 | 0,16 | 0,11 | 0,38 | 103,48 | | 7 |
| NOVA ESPERANCA | 9.149 | 124.389 | 366 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,37 | 103,85 | | 8 |
| PIEN | 2.338 | 87.760 | 741 | 0,03 | 0,09 | 0,25 | 0,37 | 104,22 | | 9 |
| MANDAGUACU | 7.062 | 117.430 | 428 | 0,09 | 0,12 | 0,14 | 0,35 | 104,57 | | 10 |
| CRUZEIRO DO OESTE | 6.991 | 122.110 | 396 | 0,09 | 0,12 | 0,13 | 0,35 | 104,92 | | 11 |
| ALTONIA | 6.077 | 126.815 | 417 | 0,08 | 0,13 | 0,14 | 0,35 | 105,26 | | 12 |
| IMBITUVA | 6.977 | 163.116 | 248 | 0,09 | 0,16 | 0,08 | 0,34 | 105,60 | | 13 |
| PITANGA | 7.549 | 124.384 | 327 | 0,10 | 0,12 | 0,11 | 0,33 | 105,94 | | 14 |
| QUEDAS DO IGUACU | 7.952 | 132.281 | 273 | 0,11 | 0,13 | 0,09 | 0,33 | 106,27 | | 15 |
| ARAPOTI | 7.978 | 122.595 | 303 | 0,11 | 0,12 | 0,10 | 0,33 | 106,60 | | 16 |
| SANTA TEREZINHA ITAIPU | 6.966 | 129.092 | 321 | 0,09 | 0,13 | 0,11 | 0,33 | 106,93 | | 17 |
| CAMBARA | 8.216 | 101.204 | 305 | 0,11 | 0,10 | 0,10 | 0,31 | 107,24 | | 18 |
| JANDAIA DO SUL | 7.463 | 106.212 | 306 | 0,10 | 0,11 | 0,10 | 0,31 | 107,55 | | 19 |
| MANDIRITUBA | 3.886 | 81.297 | 528 | 0,05 | 0,08 | 0,18 | 0,31 | 107,85 | | 20 |
| PINHAO | 6.322 | 127.713 | 276 | 0,08 | 0,13 | 0,09 | 0,30 | 108,16 | | 21 |
| ENGENHEIRO BELTRAO | 4.961 | 140.429 | 271 | 0,07 | 0,14 | 0,09 | 0,30 | 108,46 | | 22 |
| ITAPERUCU | 6.176 | 65.367 | 445 | 0,08 | 0,07 | 0,15 | 0,30 | 108,75 | | 23 |
| BALSA NOVA | 3.832 | 164.555 | 222 | 0,05 | 0,16 | 0,07 | 0,29 | 109,04 | | 24 |
| SAO MIGUEL DO IGUACU | 6.819 | 118.626 | 227 | 0,09 | 0,12 | 0,08 | 0,29 | 109,33 | | 25 |
| TERRA BOA | 5.546 | 124.292 | 258 | 0,07 | 0,12 | 0,09 | 0,28 | 109,61 | | 26 |

APÊNDICE 4 – ICOM-RDA – Base 5 – parte 2

| MUNICÍPIO | ECONOMIAS | EXTENSÃO DE REDE | SERVICOS EXECUTADOS | ICOM - RDA | | | | Somatória ICOM-RDA | Bases | Nº Municípios |
|---------------------------|-----------|------------------|---------------------|------------|------|------|------|--------------------|--------|---------------|
| | | | | Eco | ERDA | Serv | RDA | | | |
| NOVA LONDRINA | 4.566 | 102.535 | 341 | 0,06 | 0,10 | 0,11 | 0,28 | 109,89 | Base 5 | 27 |
| SAO CARLOS DO IVAI | 2.243 | 41.182 | 623 | 0,03 | 0,04 | 0,21 | 0,28 | 110,17 | | 28 |
| BARBOSA FERRAZ | 3.942 | 118.511 | 295 | 0,05 | 0,12 | 0,10 | 0,27 | 110,44 | | 29 |
| MORRETES | 4.201 | 98.419 | 326 | 0,06 | 0,10 | 0,11 | 0,26 | 110,70 | | 30 |
| TIJUCAS DO SUL | 2.709 | 97.810 | 388 | 0,04 | 0,10 | 0,13 | 0,26 | 110,96 | | 31 |
| FAXINAL | 5.375 | 71.430 | 359 | 0,07 | 0,07 | 0,12 | 0,26 | 111,22 | | 32 |
| CAMPINA DA LAGOA | 4.768 | 118.016 | 231 | 0,06 | 0,12 | 0,08 | 0,26 | 111,48 | | 33 |
| PEROLA | 3.838 | 71.348 | 400 | 0,05 | 0,07 | 0,13 | 0,26 | 111,74 | | 34 |
| ALTO PARANA | 4.351 | 94.186 | 295 | 0,06 | 0,09 | 0,10 | 0,25 | 111,99 | | 35 |
| CORONEL VIVIDA | 5.703 | 103.644 | 207 | 0,08 | 0,10 | 0,07 | 0,25 | 112,24 | | 36 |
| BELA VISTA DO PARAISO | 5.731 | 73.775 | 290 | 0,08 | 0,07 | 0,10 | 0,25 | 112,49 | | 37 |
| AMPERE | 5.240 | 87.479 | 257 | 0,07 | 0,09 | 0,09 | 0,24 | 112,73 | | 38 |
| CAFELANDIA | 5.178 | 97.287 | 227 | 0,07 | 0,10 | 0,08 | 0,24 | 112,97 | | 39 |
| PARAISO DO NORTE | 4.021 | 86.851 | 307 | 0,05 | 0,09 | 0,10 | 0,24 | 113,21 | | 40 |
| PORECATU | 4.706 | 66.825 | 332 | 0,06 | 0,07 | 0,11 | 0,24 | 113,45 | | 41 |
| SANTO ANTONIO DO SUDOESTE | 4.854 | 76.009 | 290 | 0,06 | 0,08 | 0,10 | 0,24 | 113,69 | | 42 |
| WENCESLAU BRAZ | 5.924 | 91.863 | 190 | 0,08 | 0,09 | 0,06 | 0,23 | 113,93 | | 43 |
| SENGES | 5.242 | 74.664 | 259 | 0,07 | 0,07 | 0,09 | 0,23 | 114,16 | | 44 |
| RESERVA | 5.354 | 90.102 | 204 | 0,07 | 0,09 | 0,07 | 0,23 | 114,39 | | 45 |
| CENTENARIO DO SUL | 3.756 | 67.872 | 340 | 0,05 | 0,07 | 0,11 | 0,23 | 114,62 | | 46 |
| PIRAI DO SUL | 5.666 | 57.032 | 287 | 0,08 | 0,06 | 0,10 | 0,23 | 114,85 | | 47 |
| ASSAI | 5.231 | 83.181 | 220 | 0,07 | 0,08 | 0,07 | 0,23 | 115,07 | | 48 |
| CLEVELANDIA | 5.265 | 99.268 | 166 | 0,07 | 0,10 | 0,06 | 0,22 | 115,30 | | 49 |
| CHOPINZINHO | 4.911 | 97.647 | 184 | 0,07 | 0,10 | 0,06 | 0,22 | 115,52 | | 50 |
| GENERAL CARNEIRO | 3.174 | 64.176 | 360 | 0,04 | 0,06 | 0,12 | 0,23 | 115,75 | | 51 |
| CAPITAO LEONIDAS MARQUES | 4.419 | 84.178 | 230 | 0,06 | 0,08 | 0,08 | 0,22 | 115,97 | | 52 |

APÊNDICE 5 – ICOM-RDA – Base 5 – parte 3

| MUNICÍPIO | ECONOMIAS | EXTENSÃO DE REDE | SERVICOS EXECUTADOS | ICOM - RDA | | | | Somatória ICOM-RDA | Bases | Nº Municípios |
|---------------------------|-----------|------------------|---------------------|------------|------|------|------|--------------------|--------|---------------|
| | | | | Eco | ERDA | Serv | RDA | | | |
| IPORA | 4.881 | 88.276 | 196 | 0,07 | 0,09 | 0,07 | 0,22 | 116,19 | Base 5 | 53 |
| AGUDOS DO SUL | 1.513 | 59.880 | 421 | 0,02 | 0,06 | 0,14 | 0,22 | 116,41 | | 54 |
| TERRA ROXA | 5.327 | 77.424 | 206 | 0,07 | 0,08 | 0,07 | 0,22 | 116,62 | | 55 |
| SANTA FE | 3.720 | 77.277 | 258 | 0,05 | 0,08 | 0,09 | 0,21 | 116,84 | | 56 |
| MOREIRA SALES | 3.875 | 75.911 | 249 | 0,05 | 0,08 | 0,08 | 0,21 | 117,05 | | 57 |
| MATELANDIA | 4.484 | 81.413 | 205 | 0,06 | 0,08 | 0,07 | 0,21 | 117,26 | | 58 |
| REALEZA | 4.928 | 89.614 | 157 | 0,07 | 0,09 | 0,05 | 0,21 | 117,46 | | 59 |
| RIBEIRAO DO PINHAL | 4.367 | 66.082 | 254 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,21 | 117,67 | | 60 |
| CANDOI | 2.938 | 112.136 | 163 | 0,04 | 0,11 | 0,05 | 0,21 | 117,88 | | 61 |
| PARANACITY | 3.913 | 64.865 | 271 | 0,05 | 0,06 | 0,09 | 0,21 | 118,09 | | 62 |
| MAMBORE | 4.134 | 84.135 | 197 | 0,06 | 0,08 | 0,07 | 0,20 | 118,29 | | 63 |
| BITURUNA | 3.207 | 65.264 | 293 | 0,04 | 0,07 | 0,10 | 0,21 | 118,50 | | 64 |
| CURIUVA | 3.555 | 63.880 | 276 | 0,05 | 0,06 | 0,09 | 0,20 | 118,70 | | 65 |
| ARARUNA | 4.285 | 76.218 | 199 | 0,06 | 0,08 | 0,07 | 0,20 | 118,90 | | 66 |
| CARAMBEI | 5.077 | 56.683 | 226 | 0,07 | 0,06 | 0,08 | 0,20 | 119,10 | | 67 |
| CORBELIA | 5.280 | 82.307 | 136 | 0,07 | 0,08 | 0,05 | 0,20 | 119,30 | | 68 |
| SAO SEBASTIAO DA AMOREIRA | 2.804 | 55.822 | 320 | 0,04 | 0,06 | 0,11 | 0,20 | 119,50 | | 69 |
| SIQUEIRA CAMPOS | 5.815 | 64.434 | 168 | 0,08 | 0,06 | 0,06 | 0,20 | 119,69 | | 70 |
| QUERENCIA DO NORTE | 2.910 | 68.142 | 274 | 0,04 | 0,07 | 0,09 | 0,20 | 119,89 | | 71 |
| SAO JOAO DO IVAI | 3.555 | 66.798 | 249 | 0,05 | 0,07 | 0,08 | 0,20 | 120,09 | | 72 |
| QUITANDINHA | 2.141 | 64.012 | 315 | 0,03 | 0,06 | 0,11 | 0,20 | 120,29 | | 73 |
| ORTIGUEIRA | 4.023 | 76.436 | 195 | 0,05 | 0,08 | 0,07 | 0,20 | 120,48 | | 74 |
| NOVA AURORA | 3.600 | 52.935 | 282 | 0,05 | 0,05 | 0,09 | 0,19 | 120,68 | | 75 |
| JOAQUIM TAVORA | 3.853 | 100.066 | 120 | 0,05 | 0,10 | 0,04 | 0,19 | 120,87 | | 76 |
| CAPANEMA | 4.713 | 87.384 | 112 | 0,06 | 0,09 | 0,04 | 0,19 | 121,06 | | 77 |

APÊNDICE 6 – ICOM-RDA – Base 6 – parte 1

| MUNICÍPIO | ECONOMIAS | EXTENSÃO DE REDE | SERVICOS EXECUTADOS | ICOM - RDA | | | | Somatória ICOM-RDA | Bases | Nº Municípios |
|-----------------------|-----------|------------------|---------------------|------------|------|------|------|--------------------|--------|---------------|
| | | | | Eco | ERDA | Serv | RDA | | | |
| SANTA HELENA | 4.553 | 70.631 | 172 | 0,06 | 0,07 | 0,06 | 0,19 | 121,25 | Base 6 | 1 |
| MALLET | 3.077 | 76.367 | 209 | 0,04 | 0,08 | 0,07 | 0,19 | 121,43 | | 2 |
| ICARAIMA | 2.880 | 54.286 | 271 | 0,04 | 0,05 | 0,09 | 0,18 | 121,62 | | 3 |
| PRIMEIRO DE MAIO | 3.580 | 66.187 | 200 | 0,05 | 0,07 | 0,07 | 0,18 | 121,80 | | 4 |
| TIBAGI | 4.497 | 57.382 | 184 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,18 | 121,97 | | 5 |
| CIDADE GAUCHA | 3.601 | 79.295 | 146 | 0,05 | 0,08 | 0,05 | 0,18 | 122,15 | | 6 |
| ITAIPULANDIA | 2.953 | 81.631 | 165 | 0,04 | 0,08 | 0,05 | 0,18 | 122,33 | | 7 |
| SANTA MARIANA | 4.358 | 62.854 | 153 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,17 | 122,50 | | 8 |
| CANTAGALO | 3.011 | 75.152 | 165 | 0,04 | 0,08 | 0,05 | 0,17 | 122,67 | | 9 |
| FIGUEIRA | 2.899 | 65.600 | 195 | 0,04 | 0,07 | 0,07 | 0,17 | 122,84 | | 10 |
| REBOUCAS | 2.947 | 75.765 | 160 | 0,04 | 0,08 | 0,05 | 0,17 | 123,01 | | 11 |
| TAMARANA | 2.478 | 34.974 | 292 | 0,03 | 0,03 | 0,10 | 0,17 | 123,17 | | 12 |
| SANTA TEREZA DO OESTE | 3.235 | 64.887 | 157 | 0,04 | 0,06 | 0,05 | 0,16 | 123,33 | | 13 |
| URAI | 3.555 | 65.773 | 138 | 0,05 | 0,07 | 0,05 | 0,16 | 123,49 | | 14 |
| PALMITAL | 3.301 | 63.928 | 152 | 0,04 | 0,06 | 0,05 | 0,16 | 123,65 | | 15 |
| SAO PEDRO DO IVAI | 3.224 | 55.186 | 180 | 0,04 | 0,06 | 0,06 | 0,16 | 123,81 | | 16 |
| INACIO MARTINS | 2.173 | 45.704 | 252 | 0,03 | 0,05 | 0,08 | 0,16 | 123,97 | | 17 |
| IMBAU | 2.926 | 51.419 | 203 | 0,04 | 0,05 | 0,07 | 0,16 | 124,12 | | 18 |
| IVATE | 2.390 | 52.173 | 220 | 0,03 | 0,05 | 0,07 | 0,16 | 124,28 | | 19 |
| FLORESTOPOLIS | 3.749 | 48.365 | 176 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,16 | 124,44 | | 20 |
| MANOEL RIBAS | 2.693 | 45.174 | 212 | 0,04 | 0,05 | 0,07 | 0,15 | 124,59 | | 21 |
| JURANDA | 2.565 | 73.686 | 126 | 0,03 | 0,07 | 0,04 | 0,15 | 124,74 | | 22 |
| ALTO PIQUIRI | 3.181 | 52.913 | 162 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,15 | 124,89 | | 23 |
| BOCAIUVA DO SUL | 2.606 | 47.623 | 189 | 0,03 | 0,05 | 0,06 | 0,15 | 125,04 | | 24 |
| CEU AZUL | 3.386 | 61.866 | 109 | 0,05 | 0,06 | 0,04 | 0,14 | 125,18 | 25 | |

APÊNDICE 7 – ICOM-RDA – Base 6 – parte 2

| MUNICÍPIO | ECONOMIAS | EXTENSÃO DE REDE | SERVICOS EXECUTADOS | ICOM - RDA | | | | Somatória ICOM-RDA | Bases | Nº Municípios |
|--------------------------|-----------|------------------|---------------------|------------|------|------|------|--------------------|--------|---------------|
| | | | | Eco | ERDA | Serv | RDA | | | |
| SANTA CRUZ MONTE CASTELO | 2.336 | 56.742 | 160 | 0,03 | 0,06 | 0,05 | 0,14 | 125,32 | Base 6 | 26 |
| CAMPO DO TENENTE | 1.916 | 74.978 | 116 | 0,03 | 0,07 | 0,04 | 0,14 | 125,46 | | 27 |
| MARMELEIRO | 3.223 | 64.487 | 93 | 0,04 | 0,06 | 0,03 | 0,14 | 125,60 | | 28 |
| DOURADINA | 2.698 | 54.066 | 148 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,14 | 125,74 | | 29 |
| SANTA IZABEL DO OESTE | 2.656 | 45.219 | 169 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,14 | 125,87 | | 30 |
| CATANDUVAS | 2.039 | 37.319 | 214 | 0,03 | 0,04 | 0,07 | 0,14 | 126,01 | | 31 |
| MANGUEIRINHA | 3.496 | 64.112 | 67 | 0,05 | 0,06 | 0,02 | 0,13 | 126,14 | | 32 |
| GUARANIACU | 3.149 | 52.410 | 114 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,13 | 126,28 | | 33 |
| IRETAMA | 2.595 | 58.305 | 114 | 0,03 | 0,06 | 0,04 | 0,13 | 126,41 | | 34 |
| JARDIM ALEGRE | 2.874 | 45.315 | 142 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,13 | 126,54 | | 35 |
| DOUTOR CAMARGO | 2.187 | 51.997 | 144 | 0,03 | 0,05 | 0,05 | 0,13 | 126,67 | | 36 |
| CERRO AZUL | 2.708 | 46.190 | 137 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,13 | 126,79 | | 37 |
| CARLOPOLIS | 3.842 | 44.397 | 94 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,13 | 126,92 | | 38 |
| MARILANDIA DO SUL | 2.409 | 45.419 | 149 | 0,03 | 0,05 | 0,05 | 0,13 | 127,05 | | 39 |
| TEIXEIRA SOARES | 1.781 | 48.472 | 164 | 0,02 | 0,05 | 0,05 | 0,13 | 127,18 | | 40 |
| TAMBOARA | 1.757 | 54.092 | 147 | 0,02 | 0,05 | 0,05 | 0,13 | 127,30 | | 41 |
| RANCHO ALEGRE | 1.448 | 30.986 | 229 | 0,02 | 0,03 | 0,08 | 0,13 | 127,43 | | 42 |
| XAMBRE | 1.706 | 52.111 | 149 | 0,02 | 0,05 | 0,05 | 0,12 | 127,55 | | 43 |
| MAUA DA SERRA | 2.638 | 31.147 | 175 | 0,04 | 0,03 | 0,06 | 0,12 | 127,68 | | 44 |
| LUIZIANA | 1.938 | 38.980 | 178 | 0,03 | 0,04 | 0,06 | 0,12 | 127,80 | | 45 |
| SALTO DO LONTRA | 2.935 | 44.768 | 118 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,12 | 127,93 | | 46 |
| ITAPEJARA DO OESTE | 2.844 | 66.729 | 51 | 0,04 | 0,07 | 0,02 | 0,12 | 128,05 | | 47 |
| NOVA PRATA DO IGUACU | 2.542 | 49.242 | 119 | 0,03 | 0,05 | 0,04 | 0,12 | 128,17 | | 48 |
| RONDON | 2.736 | 55.547 | 90 | 0,04 | 0,06 | 0,03 | 0,12 | 128,29 | | 49 |
| JESUITAS | 2.568 | 40.005 | 146 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,12 | 128,41 | | 50 |

APÊNDICE 8 – ICOM-RDA – Base 6 – parte 3

| MUNICÍPIO | ECONOMIAS | EXTENSÃO DE REDE | SERVICOS EXECUTADOS | ICOM - RDA | | | | Somatória ICOM-RDA | Bases | Nº Municípios |
|------------------------|-----------|------------------|---------------------|------------|------|------|------|--------------------|--------|---------------|
| | | | | Eco | ERDA | Serv | RDA | | | |
| BOA VISTA DA APARECIDA | 2.044 | 49.714 | 131 | 0,03 | 0,05 | 0,04 | 0,12 | 128,54 | Base 6 | 51 |
| FLORAI | 1.957 | 39.841 | 163 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,12 | 128,66 | | 52 |
| GUAIRACA | 1.941 | 40.645 | 160 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,12 | 128,78 | | 53 |
| MARILENA | 1.926 | 40.243 | 156 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,12 | 128,89 | | 54 |
| DIAMANTE DO NORTE | 1.710 | 51.294 | 129 | 0,02 | 0,05 | 0,04 | 0,12 | 129,01 | | 55 |
| TAPIRA | 1.663 | 42.813 | 156 | 0,02 | 0,04 | 0,05 | 0,12 | 129,13 | | 56 |
| BORRAZOPOLIS | 2.562 | 38.772 | 130 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,12 | 129,24 | | 57 |
| TUNEIRAS DO OESTE | 1.716 | 28.894 | 194 | 0,02 | 0,03 | 0,06 | 0,12 | 129,36 | | 58 |
| TRES BARRAS DO PARANA | 2.561 | 44.020 | 111 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,12 | 129,48 | | 59 |
| SAO JORGE DO OESTE | 2.087 | 56.081 | 89 | 0,03 | 0,06 | 0,03 | 0,11 | 129,59 | | 60 |
| RONCADOR | 2.945 | 49.103 | 76 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,11 | 129,70 | | 61 |
| RIO AZUL | 1.957 | 49.928 | 108 | 0,03 | 0,05 | 0,04 | 0,11 | 129,81 | | 62 |
| VENTANIA | 2.505 | 49.392 | 87 | 0,03 | 0,05 | 0,03 | 0,11 | 129,93 | | 63 |
| ITAMBE | 2.230 | 45.807 | 110 | 0,03 | 0,05 | 0,04 | 0,11 | 130,04 | | 64 |
| NOVA TEBAS | 1.349 | 38.076 | 169 | 0,02 | 0,04 | 0,06 | 0,11 | 130,15 | | 65 |
| MARIA HELENA | 1.771 | 35.214 | 160 | 0,02 | 0,04 | 0,05 | 0,11 | 130,26 | | 66 |
| NOVA SANTA ROSA | 2.019 | 38.393 | 138 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,11 | 130,37 | | 67 |
| FENIX | 1.570 | 52.542 | 111 | 0,02 | 0,05 | 0,04 | 0,11 | 130,49 | | 68 |
| PEROBAL | 1.776 | 25.782 | 187 | 0,02 | 0,03 | 0,06 | 0,11 | 130,60 | | 69 |
| FOZ DO JORDAO | 1.634 | 49.659 | 112 | 0,02 | 0,05 | 0,04 | 0,11 | 130,71 | | 70 |
| IVAI | 2.205 | 51.484 | 83 | 0,03 | 0,05 | 0,03 | 0,11 | 130,81 | | 71 |
| AMAPORA | 1.492 | 40.520 | 140 | 0,02 | 0,04 | 0,05 | 0,11 | 130,92 | | 72 |
| NOVA OLIMPIA | 1.980 | 31.853 | 147 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,11 | 131,03 | | 73 |
| LUPIONOPOLIS | 1.720 | 44.041 | 116 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,11 | 131,13 | | 74 |
| SAO JOAO DO TRIUNFO | 1.414 | 16.262 | 210 | 0,02 | 0,02 | 0,07 | 0,11 | 131,24 | | 75 |

APÊNDICE 9 – ICOM-RDA – Base 6 – parte 4

| MUNICÍPIO | ECONOMIAS | EXTENSÃO DE REDE | SERVICOS EXECUTADOS | ICOM - RDA | | | | Somatória ICOM-RDA | Bases | Nº Munic |
|-------------------------|-----------|------------------|---------------------|------------|------|------|------|--------------------|--------|----------|
| | | | | Eco | ERDA | Serv | RDA | | | |
| RESERVA DO IGUACU | 1.418 | 54.681 | 86 | 0,02 | 0,05 | 0,03 | 0,10 | 131,34 | Base 6 | 76 |
| MISSAL | 2.217 | 43.791 | 87 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,10 | 131,44 | | 77 |
| SAO JOAO | 2.249 | 49.939 | 65 | 0,03 | 0,05 | 0,02 | 0,10 | 131,55 | | 78 |
| SABAUDIA | 2.116 | 38.426 | 102 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,10 | 131,65 | | 79 |
| FRANCISCO ALVES | 1.962 | 37.870 | 108 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,10 | 131,75 | | 80 |
| JANIOPOLIS | 1.989 | 43.329 | 87 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,10 | 131,84 | | 81 |
| PLANALTO | 2.506 | 48.178 | 49 | 0,03 | 0,05 | 0,02 | 0,10 | 131,94 | | 82 |
| GRANDES RIOS | 1.633 | 28.646 | 143 | 0,02 | 0,03 | 0,05 | 0,10 | 132,04 | | 83 |
| IBEMA | 1.914 | 35.498 | 107 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,10 | 132,14 | | 84 |
| SAO JORGE DO PATROCINIO | 1.686 | 23.274 | 154 | 0,02 | 0,02 | 0,05 | 0,10 | 132,23 | | 85 |
| GUAMIRANGA | 1.101 | 73.619 | 17 | 0,01 | 0,07 | 0,01 | 0,09 | 132,33 | | 86 |
| CANDIDO DE ABREU | 2.103 | 26.961 | 125 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,10 | 132,43 | | 87 |
| FLORESTA | 2.204 | 34.690 | 96 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,10 | 132,52 | | 88 |
| SAO PEDRO DO IGUACU | 1.623 | 33.226 | 124 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,10 | 132,62 | | 89 |
| PAULA FREITAS | 1.000 | 36.788 | 138 | 0,01 | 0,04 | 0,05 | 0,10 | 132,71 | | 90 |
| VERA CRUZ DO OESTE | 2.603 | 38.292 | 64 | 0,03 | 0,04 | 0,02 | 0,09 | 132,81 | | 91 |
| RIO BONITO DO IGUACU | 1.634 | 47.016 | 74 | 0,02 | 0,05 | 0,02 | 0,09 | 132,90 | | 92 |
| PLANALTINA DO PARANA | 1.088 | 28.922 | 154 | 0,01 | 0,03 | 0,05 | 0,09 | 133,00 | | 93 |
| CALIFORNIA | 2.417 | 38.162 | 62 | 0,03 | 0,04 | 0,02 | 0,09 | 133,09 | | 94 |
| TURVO | 1.988 | 41.702 | 65 | 0,03 | 0,04 | 0,02 | 0,09 | 133,18 | | 95 |
| PORTO RICO | 973 | 31.989 | 136 | 0,01 | 0,03 | 0,05 | 0,09 | 133,27 | 96 | |
| QUINTA DO SOL | 1.495 | 25.707 | 135 | 0,02 | 0,03 | 0,05 | 0,09 | 133,36 | 97 | |
| QUATIGUA | 2.715 | 35.484 | 52 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,09 | 133,45 | 98 | |
| IPIRANGA | 1.978 | 53.044 | 26 | 0,03 | 0,05 | 0,01 | 0,09 | 133,54 | 99 | |
| OURIZONA | 1.187 | 25.096 | 145 | 0,02 | 0,03 | 0,05 | 0,09 | 133,62 | 100 | |

APÊNDICE 10 – ICOM-RDA – Base 6 – parte 5

| MUNICÍPIO | ECONOMIAS | EXTENSÃO DE REDE | SERVICOS EXECUTADOS | ICOM - RDA | | | | Somatória ICOM-RDA | Bases | Nº Municípios |
|---------------------|-----------|------------------|---------------------|------------|------|------|------|--------------------|--------|---------------|
| | | | | Eco | ERDA | Serv | RDA | | | |
| SAO JOAO DO CAIUA | 2.000 | 32.957 | 86 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,09 | 133,71 | Base 6 | 101 |
| CRUZ MACHADO | 1.921 | 34.537 | 83 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,09 | 133,80 | | 102 |
| FORMOSA DO OESTE | 2.087 | 33.510 | 78 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,09 | 133,89 | | 103 |
| MARIPA | 1.622 | 35.077 | 90 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,09 | 133,97 | | 104 |
| MARIOPOLIS | 1.732 | 32.560 | 88 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,08 | 134,06 | | 105 |
| INAJA | 1.070 | 26.776 | 133 | 0,01 | 0,03 | 0,04 | 0,09 | 134,15 | | 106 |
| CONGONHINHAS | 1.855 | 30.123 | 90 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,08 | 134,23 | | 107 |
| ITAUNA DO SUL | 1.172 | 25.218 | 133 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,09 | 134,32 | | 108 |
| LEOPOLIS | 1.139 | 32.200 | 112 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,08 | 134,40 | | 109 |
| SANTO INACIO | 1.838 | 25.713 | 100 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,08 | 134,48 | | 110 |
| BOM SUCESSO | 2.066 | 23.862 | 96 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,08 | 134,57 | | 111 |
| SAPOPEMA | 1.490 | 38.155 | 68 | 0,02 | 0,04 | 0,02 | 0,08 | 134,65 | | 112 |
| CAFEZAL DO SUL | 1.425 | 27.867 | 101 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,08 | 134,73 | | 113 |
| BOA ESPERANCA | 1.463 | 34.053 | 77 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,08 | 134,81 | | 114 |
| PRANCHITA | 1.463 | 32.367 | 80 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,08 | 134,89 | | 115 |
| JABOTI | 1.488 | 35.661 | 64 | 0,02 | 0,04 | 0,02 | 0,08 | 134,96 | | 116 |
| BRAGANEY | 1.537 | 24.251 | 98 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,08 | 135,04 | | 117 |
| CAMBIRA | 2.273 | 25.413 | 63 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,08 | 135,12 | | 118 |
| PINHALAO | 1.667 | 30.485 | 69 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,08 | 135,19 | | 119 |
| VERE | 1.443 | 40.788 | 38 | 0,02 | 0,04 | 0,01 | 0,07 | 135,27 | | 120 |
| LUNARDELLI | 1.325 | 22.303 | 98 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,07 | 135,34 | | 121 |
| SAO PEDRO DO PARANA | 827 | 16.527 | 136 | 0,01 | 0,02 | 0,05 | 0,07 | 135,41 | | 122 |
| VITORINO | 1.388 | 30.347 | 65 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,07 | 135,48 | | 123 |
| PEROLA DO OESTE | 1.425 | 30.652 | 56 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,07 | 135,55 | | 124 |
| SAO TOME | 1.795 | 25.842 | 55 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,07 | 135,62 | | 125 |

APÊNDICE 11 – ICOM-RDA – Base 6 – parte 6

| MUNICÍPIO | ECONOMIAS | EXTENSÃO DE REDE | SERVICOS EXECUTADOS | ICOM - RDA | | | | Somatória ICOM-RDA | Bases | Nº Municípios |
|------------------------|-----------|------------------|---------------------|------------|------|------|------|--------------------|--------|---------------|
| | | | | Eco | ERDA | Serv | RDA | | | |
| NOVA CANTU | 1.584 | 34.967 | 34 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0,07 | 135,69 | Base 6 | 126 |
| LIDIANOPOLIS | 1.047 | 13.141 | 125 | 0,01 | 0,01 | 0,04 | 0,07 | 135,75 | | 127 |
| TOMAZINA | 1.506 | 25.752 | 66 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,07 | 135,82 | | 128 |
| OURO VERDE DO OESTE | 1.578 | 26.124 | 59 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,07 | 135,89 | | 129 |
| DIAMANTE DO OESTE | 1.154 | 32.491 | 54 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,07 | 135,95 | | 130 |
| GUARACI | 1.678 | 28.162 | 45 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,07 | 136,02 | | 131 |
| PORTO AMAZONAS | 1.433 | 25.057 | 63 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,07 | 136,08 | | 132 |
| GUAPIRAMA | 1.248 | 17.828 | 92 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,07 | 136,15 | | 133 |
| NOVA AMERICA DA COLINA | 908 | 21.940 | 91 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,06 | 136,21 | | 134 |
| TUNAS DO PARANA | 1.306 | 17.087 | 87 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,06 | 136,28 | | 135 |
| SERRANOPOLIS DO IGUACU | 1.075 | 22.425 | 77 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,06 | 136,34 | | 136 |
| ATALAIA | 1.361 | 23.266 | 62 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,06 | 136,40 | | 137 |
| CORUMBATAI DO SUL | 950 | 18.440 | 92 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,06 | 136,46 | | 138 |
| FERNANDES PINHEIRO | 896 | 27.494 | 62 | 0,01 | 0,03 | 0,02 | 0,06 | 136,52 | | 139 |
| INDIANOPOLIS | 1.421 | 19.376 | 66 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,06 | 136,58 | | 140 |
| ITAGUAJE | 1.426 | 24.286 | 49 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,06 | 136,64 | | 141 |
| ROSARIO DO IVAI | 1.141 | 22.047 | 66 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,06 | 136,70 | | 142 |
| SAO JOSE DAS PALMEIRAS | 1.001 | 18.981 | 81 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,06 | 136,76 | | 143 |
| ADRIANOPOLIS | 1.153 | 34.041 | 25 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0,06 | 136,82 | | 144 |
| RENASCENCA | 1.366 | 24.395 | 44 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,06 | 136,88 | | 145 |
| RIO BRANCO DO IVAI | 783 | 20.302 | 78 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,06 | 136,93 | 146 | |
| CRUZEIRO DO SUL | 1.186 | 23.896 | 50 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,06 | 136,99 | 147 | |
| GODOY MOREIRA | 791 | 30.028 | 46 | 0,01 | 0,03 | 0,02 | 0,06 | 137,05 | 148 | |
| SAUDADE DO IGUACU | 1.070 | 25.227 | 49 | 0,01 | 0,03 | 0,02 | 0,06 | 137,10 | 149 | |
| SANTA MARIA DO OESTE | 1.204 | 24.004 | 46 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,06 | 137,16 | 150 | |

APÊNDICE 12 – ICOM-RDA – Base 6 – parte 7

| MUNICÍPIO | ECONOMIAS | EXTENSÃO DE REDE | SERVICOS EXECUTADOS | ICOM - RDA | | | | Somatória ICOM-RDA | Bases | Nº Municípios |
|-------------------------|-----------|------------------|---------------------|------------|------|------|------|--------------------|--------|---------------|
| | | | | Eco | ERDA | Serv | RDA | | | |
| SANTANA DO ITARARE | 1.332 | 12.995 | 75 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,06 | 137,21 | Base 6 | 151 |
| SANTO ANTONIO DO CAIUA | 884 | 15.507 | 84 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,06 | 137,27 | | 152 |
| SANTA LUCIA | 1.018 | 22.750 | 55 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,05 | 137,32 | | 153 |
| CRUZEIRO DO IGUACU | 1.259 | 26.134 | 30 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0,05 | 137,38 | | 154 |
| PAULO FRONTIN | 1.007 | 30.326 | 25 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,05 | 137,43 | | 155 |
| PORTO VITORIA | 744 | 17.477 | 74 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,05 | 137,48 | | 156 |
| ANTONIO OLINTO | 629 | 16.449 | 78 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,05 | 137,53 | | 157 |
| GUARAQUECABA | 893 | 15.834 | 69 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,05 | 137,58 | | 158 |
| LINDOESTE | 988 | 14.847 | 68 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,05 | 137,63 | | 159 |
| JUNDIAI DO SUL | 897 | 21.368 | 50 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,05 | 137,68 | | 160 |
| SAO JOSE DA BOA VISTA | 1.498 | 17.823 | 35 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,05 | 137,73 | | 161 |
| JAPIRA | 1.112 | 27.150 | 19 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,05 | 137,78 | | 162 |
| SANTA AMELIA | 1.121 | 17.531 | 41 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,05 | 137,83 | | 163 |
| CAFEARA | 873 | 13.113 | 63 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,05 | 137,87 | | 164 |
| QUARTO CENTENARIO | 1.251 | 18.981 | 28 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,04 | 137,92 | | 165 |
| SALGADO FILHO | 899 | 23.230 | 28 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,04 | 137,96 | | 166 |
| MIRADOR | 785 | 17.584 | 49 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 138,01 | | 167 |
| IVATUBA | 779 | 16.600 | 52 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 138,05 | | 168 |
| ALTO PARAISO | 979 | 16.302 | 44 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,04 | 138,09 | | 169 |
| CORONEL DOMINGOS SOARES | 846 | 20.522 | 35 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,04 | 138,14 | | 170 |
| BRASILANDIA DO SUL | 1.049 | 15.898 | 41 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,04 | 138,18 | | 171 |
| ESPIGAO ALTO DO IGUACU | 661 | 17.757 | 50 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 138,23 | | 172 |
| HONORIO SERPA | 847 | 17.745 | 36 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,04 | 138,27 | | 173 |
| SALTO DO ITARARE | 1.492 | 14.530 | 19 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,04 | 138,31 | | 174 |
| RANCHO ALEGRE DO OESTE | 840 | 17.105 | 34 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,04 | 138,35 | | 175 |

APÊNDICE 13 – ICOM-RDA – Base 6 - parte 8

| MUNICÍPIO | ECONOMIAS | EXTENSÃO DE REDE | SERVICOS EXECUTADOS | ICOM - RDA | | | | Somatória ICOM-RDA | Bases | Nº Municípios |
|----------------------------|-----------|------------------|---------------------|------------|------|------|------|--------------------|--------|---------------|
| | | | | Eco | ERDA | Serv | RDA | | | |
| GOIOXIM | 741 | 20.101 | 28 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,04 | 138,39 | Base 6 | 176 |
| NOVA ALIANCA DO IVAI | 448 | 11.614 | 65 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,04 | 138,43 | | 177 |
| IRACEMA DO OESTE | 794 | 13.064 | 40 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,04 | 138,46 | | 178 |
| MARQUINHO | 594 | 22.307 | 18 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,04 | 138,50 | | 179 |
| ARAPUA | 614 | 9.024 | 59 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,04 | 138,54 | | 180 |
| ENEAS MARQUES | 763 | 13.484 | 38 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,04 | 138,57 | | 181 |
| ANAHY | 872 | 10.317 | 42 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,04 | 138,61 | | 182 |
| CONSELHEIRO MAIRINCK | 1.107 | 15.371 | 15 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,04 | 138,64 | | 183 |
| ALTAMIRA DO PARANA | 862 | 18.081 | 16 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | 138,68 | | 184 |
| SULINA | 650 | 18.080 | 23 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | 138,71 | | 185 |
| RIO BOM | 895 | 13.538 | 27 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 138,75 | | 186 |
| VIRMOND | 806 | 16.122 | 18 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | 138,78 | | 187 |
| SANTA INES | 608 | 18.465 | 18 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | 138,81 | | 188 |
| ESPERANCA NOVA | 539 | 13.265 | 36 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 138,84 | | 189 |
| NOVA LARANJEIRAS | 812 | 16.380 | 15 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,03 | 138,88 | | 190 |
| NOVA ESPERANCA DO SUDOESTE | 742 | 11.379 | 32 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 138,91 | | 191 |
| FAROL | 771 | 14.699 | 18 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 138,94 | | 192 |
| BARRA DO JACARE | 703 | 13.154 | 25 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 138,97 | | 193 |
| IGUATU | 612 | 15.129 | 22 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | 139,00 | | 194 |
| FLOR DA SERRA DO SUL | 738 | 12.481 | 23 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 139,03 | | 195 |
| BOM SUCESSO DO SUL | 647 | 12.825 | 23 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 139,06 | 196 | |
| CRUZMALTINA | 649 | 12.394 | 24 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 139,09 | 197 | |
| CAMPO BONITO | 907 | 9.413 | 22 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 139,12 | 198 | |
| LARANJAL | 784 | 10.239 | 23 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 139,15 | 199 | |
| NOVO ITACOLOMI | 660 | 11.167 | 25 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 139,17 | 200 | |

APÊNDICE 14 – ICOM-RDA – Base 6 - parte 9

| MUNICÍPIO | ECONOMIAS | EXTENSÃO DE REDE | SERVICOS EXECUTADOS | ICOM - RDA | | | | Somatória ICOM-RDA | Bases | Nº Municípios |
|-------------------------|-----------|------------------|---------------------|------------|------|------|------|--------------------|--------|---------------|
| | | | | Eco | ERDA | Serv | RDA | | | |
| UNIFLOR | 725 | 10.013 | 26 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 139,20 | Base 6 | 201 |
| SAO MANOEL DO PARANA | 568 | 12.227 | 23 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 139,23 | | 202 |
| BOA ESPERANCA DO IGUACU | 444 | 5.853 | 43 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 139,26 | | 203 |
| BELA VISTA DA CAROBA | 689 | 11.530 | 14 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,03 | 139,28 | | 204 |
| GUAPOREMA | 570 | 11.041 | 19 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 139,31 | | 205 |
| PINHAL DE SAO BENTO | 379 | 5.647 | 40 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 139,33 | | 206 |
| MATO RICO | 486 | 10.224 | 20 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 139,35 | | 207 |
| CAMPINA DO SIMAO | 507 | 12.050 | 12 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 139,38 | | 208 |
| RAMILANDIA | 785 | 11.916 | 1 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 139,40 | | 209 |
| ARIRANHA DO IVAI | 410 | 12.296 | 14 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 139,42 | | 210 |
| DIAMANTE DO SUL | 490 | 7.547 | 22 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 139,44 | | 211 |
| BOM JESUS DO SUL | 443 | 8.402 | 8 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 139,46 | | 212 |
| MANFRINOPOLIS | 303 | 8.528 | 8 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 139,48 | | 213 |
| ANDIRA | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 139,48 | | 214 |
| RIO BRANCO DO SUL | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 139,48 | 215 | |

APÊNDICE 15 – ICOM-RDA – Resumo

RESUMO DAS INFORMAÇÕES DO ICOM -R D A

| | |
|---------------------|--------|
| ICOM RDA total | 139,48 |
| ICOM RDA médio | 23,25 |
| Total de Municípios | 346 |

| Base | ICOM -R D A | | Banda | 5 Bases |
|------|-------------|-----------------|-------|---------|
| | Média | Limite inferior | | |
| 1 | 23,25 | 27,90 | 20 % | 27,90 |
| 2 | 46,49 | 53,93 | 16 % | 55,79 |
| 3 | 69,74 | 78,11 | 12 % | 83,69 |
| 4 | 92,98 | 100,42 | 8 % | 111,58 |
| 5 | 116,23 | 120,88 | 4 % | 139,48 |
| 6 | 139,48 | 139,48 | 0 % | |

| Base | Municípios | | ICOM -R D A | |
|---------------|------------|---------|---------------|-----------------|
| | | | Somatória | % |
| 1 | 4 | 1,15 % | 31,32 | 22,45 % |
| 2 | 6 | 1,72 % | 24,47 | 17,54 % |
| 3 | 14 | 4,02 % | 22,95 | 16,46 % |
| 4 | 32 | 9,20 % | 21,94 | 15,73 % |
| 5 | 77 | 22,13 % | 20,38 | 14,61 % |
| 6 | 215 | 61,78 % | 18,42 | 13,21 % |
| Totais | | | 139,48 | 100,00 % |