

Andréia Senna Soares

**QUALIDADE DA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO
DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA COSTA SUL
LESTE EM FLORIANÓPOLIS/SC COM BASE EM
HISTÓRICO DE DADOS DE AUTORIZAÇÃO DE
SERVIÇO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof^o Dr. Ramon Lucas Dalsasso.

Florianópolis/SC
2015

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Soares, Andréia Senna
Qualidade da Operação e da Manutenção do Sistema de
Distribuição de Água Costa Sul Leste em Florianópolis/SC com
Base em Histórico de Dados de Autorização de Serviço /
Andréia Senna Soares ; orientador, Ramon Lucas Dalsasso -
Florianópolis, SC, 2015.
197 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Ambiental.

Inclui referências

1. Engenharia Ambiental. 2. sistema de abastecimento de
água. 3. reparo de vazamentos. 4. indicadores de
desempenho. 5. qualidade do serviço. I. Dalsasso, Ramon
Lucas. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. III.
Titulo.



“Qualidade da Operação e Manutenção do Sistema de Distribuição de Água Costa Sul Leste em Florianópolis/SC com Base em Histórico de Dados de Autorização do Serviço”

ANDRÉIA SENNA SOARES

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós - Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA AMBIENTAL.

na Área de Engenharia Ambiental.

Aprovado por:


Prof. Ramon Lucas Dalsasso, Dr.
(Orientador)


Prof. Nadia Bernardi Bonumá, Dr.


Prof. Maria Eliza Nagel Hassmer, Dr.


Prof. Peter Loísta Cheung, Dr.


Prof. William Emerson Mattias, Dr.
(Coordenador)

FLORIANÓPOLIS, SC – BRASIL
DEZEMBRO/2015

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS, em primeiro lugar, por nossa maior oportunidade, a vida, e por sermos dotados de inteligência, capacidade e amor para que através do conhecimento possamos evoluir e tornarmos pessoas melhores e contribuir para o bem da humanidade.

Agradeço a minha família, a base de tudo que somos, por me ensinar a lutar pelos meus propósitos, também por toda a compreensão nos momentos em que estive ausente. Agradeço ao meu amado marido, Felipe, pela paciência, tolerância, incentivo e parceria, sem ele nada disso seria possível. Agradeço as minhas queridas amigas pelos momentos de descontração, pela força e pela sincera amizade.

Agradeço a Empresa que trabalho, CASAN, por me proporcionar a realização desse estudo, aos funcionários, principalmente, os da Gerência Operacional, por todo o apoio. Gostaria de agradecer, em especial, ao meu chefe Joel, por todo o incentivo e colaboração para que eu conseguisse dar andamento e concluir esse estudo.

Sou muito grata a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), tive a oportunidade de cursar a graduação e o mestrado em uma universidade pública de qualidade, com uma ótima infraestrutura e com professores altamente qualificados que contribuíram para a minha formação profissional e como ser humano.

Agradeço também o meu orientador de mestrado, Ramon, por toda a atenção prestada e colaboração no estudo, realmente eu tive a sorte de ter um orientador que participou do início ao fim de toda a construção dessa dissertação. Gostaria de agradecer a banca pela disponibilidade de ler o meu trabalho e de contribuir para o meu estudo. E gostaria de agradecer a todos que de alguma forma cooperaram na elaboração dessa dissertação.

*“É lógico que, quando o prego é invisível,
não existe possibilidade de acertá-lo ...
Para vê-lo, é necessário limpar o
entendimento de toda enganosa ilusão de
sabedoria; então, sim, ficará visível o que
a ignorância fez crer inexistente.”*

Carlos Bernardo Gonzáles Pecotche

RESUMO

A cobertura por acesso a água potável canalizada vem crescendo gradativamente, contudo, questões de qualidade de serviço: intermitência no abastecimento, baixa qualidade nos reparos, desperdícios entre outros, ainda são um problema. Foi avaliado a qualidade dos serviços de operação e manutenção do Sistema de Abastecimento de Água Costa Sul Leste (SCSL) em Florianópolis/SC atendido pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN). O estudo considerou registros históricos de 2009 a 2013 de autorização de serviço (AS) de rompimento de redes, ramais prediais, cavaletes e falta de água. Dividiu-se a área em 6 setores para obtenção dos dados comerciais e de operação, com os seguintes objetivos: caracterizar por meio de indicadores de desempenho (ID) os serviços prestados, avaliar o uso do atual modelo de AS como fonte de dados gerenciais e propor um modelo de priorização de reparo de vazamentos. Foi aplicado o método de análise e solução de problemas (MASP) e a ferramenta ID, para diagnosticar o serviço prestado e determinar as causas raiz do problema vazamento e tempo de reparo. Mapas temáticos permitiram visualizar geograficamente as ocorrências e possíveis relações com pressões do sistema. O tratamento dos dados proporcionou confiabilidade das informações geradas. Como resultado, observou-se que o ID Op31 – avarias em redes de água, diminuiu ao longo dos anos, sendo iguais a 149 e 125 avarias/100 km de rede nos setores 5 e 2 respectivamente, maiores resultados do ano de 2013. O setor 5 também apresentou o maior valor para o ID Op32 – avarias em ramais prediais e o segundo maior valor para o ID Op32 – avarias em cavaletes, iguais a 75 e 88 avarias/1000 ramais, nessa ordem. Segundo a classificação da ERSAR de Portugal, a área em estudo foi considerada de qualidade de serviço insatisfatória. Contudo, mostrou resultados próximos ou melhores do que algumas referências nacionais e internacionais mencionadas. Os possíveis fatores de causa de vazamentos na rede apontados foram: pressão, falha na obra de assentamento, má qualidade dos materiais utilizados, falta de treinamento e idade de rede. Os vazamentos são intensificados no verão devido intermitências no fornecimento de água e transientes hidráulicos por manobras de rede. O tempo de reparo aumentou ao longo dos anos de estudo

em redes até DN 100 mm, passando de 11 para 21 horas/serviço de 2009 à 2013. O prolongamento do tempo ao longo dos anos de estudo foi associado com aumento do trânsito de veículos, estoque de materiais, falta de procedimentos padrões, comunicação com a população entre outros. Como proposta final desse trabalho, foi produzido um plano para a redução das perdas reais de água por meio da utilização da AS como fonte de dados, e sugerido o relato da caracterização do vazamento no instante do conserto. Ademais, foi proposto um modelo de priorização de reparo visando reduzir o volume de água perdido por vazamento, apoiar a padronização da operação e manutenção dos sistemas de distribuição de água e, conseqüentemente, melhoraria da qualidade do serviço prestado.

Palavras-chaves: Sistema de abastecimento de água; autorização de serviço (AS); reparo de vazamentos; indicadores de desempenho; qualidade do serviço.

ABSTRACT

Coverage for access to piped drinking water is increasing gradually, Although, the service quality issues: intermittent supply, low quality of repairs, water waste, among others, are still a problem. The quality of operation and maintenance services provided in the water supply system in the south east coast of the city of Florianópolis operated by Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) was evaluated. The study considered historical records from 2009 to 2013 of order service (OS) of water main breaks, branches connections, easel and lack of water. It was divided the area into 6 sectors for obtaining commercial and operation data, with the following objectives: to characterize by performance indicators (PI) the services provided, to evaluate the use of the current OS model as a source of management data and propose a leak repair prioritization model. The method of quality control story (QC Story) was applied and the PI to diagnose the service and determine the root causes of the leak problem and repair time. Thematic maps allow to visualize geographically the events and possible relationships with system pressures. The data treatment stage provided reliability of the information generated. As a result, it was observed that the PI 31 – breakdowns in water supply networks, decreased over the years and is equal to 149 and 125 breakdowns/100 km network in the sectors 5 and 2 respectively, highest results for the year 2013. The sector 5 also had the highest value for PI 32 – breakdowns branches connections and second highest value for PI 32 – breakdowns on easels, equal to 75 and 88 breakdowns/1000 branches connections in this order. According to the classification of ERSAR from Portugal, the study area was considered of poor quality service. However, it showed results similar to or better than some national and international mentioned references. Possible causes of leaks in networks were pointed: network pressure, failure of the pipe laying work, poor quality of the materials, lack of training and old network. Leaks are intensified in the summer due to intermittent breaks in water supply and hydraulic transients resulting from mains water maneuvers. The time of repair has increased over the years of study in networks up to diameter 100 mm, from 11 to 21 hours/service, 2009 to 2013. The increased time of repair over the years was associated

with increased vehicle traffic, stock materials, lack of standard procedures, communication with the public and others. As a final proposal was produced a plan to reduce the real water loss through the use of OS like a data source, and suggested the report of the leakage characteristics at the time of repair. In addition, a repair prioritization model was proposed in order to decrease the volume of water lost through leakage, support the standardization of operation and maintenance of water distribution systems and, consequently, improve the quality of service.

Keywords: Water supply system; order service; leak repair; performance indicators; quality of service

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação de um sistema básico de abastecimento de água.....	27
Figura 2 – Representação de uma ligação de água.....	28
Figura 3 – Pontos frequentes de vazamentos em redes de distribuição.....	33
Figura 4 – Pontos frequentes de vazamentos em ramais prediais.....	33
Figura 5 – Exemplo de formulário para preenchimento no reparo para caracterização de um vazamento.....	38
Figura 6 – Exemplo de tabela de codificação para caracterização de um vazamento.....	39
Figura 7 – Os 4 métodos básicos de gerenciamento de perdas reais.....	40
Figura 8 – Estimativa de volume de água perdido em uma torneira gotejando ou semiaberta.....	47
Figura 9 – Modelo proposto para representar o fluxo da informação nas organizações.....	49
Figura 10 – Níveis de responsabilidade em uma organização.....	52
Figura 11 – Inter-relações da gestão comercial com outras áreas da empresa.....	54
Figura 12 – Estrutura lógica de funcionamento de uma prestadora de serviço.....	64
Figura 13 – Gráfico de Pareto para defeitos em um produto.....	81
Figura 14 – Diagrama de causa e efeito com os“6M”.....	83
Figura 15 – Gráfico de barras denominado histograma.....	85
Figura 16 – Gráficos de controle. (a) Processo sob controle. (b) Processo fora do controle.....	86
Figura 17 – Ciclo PDCA de controle de processos.....	89
Figura 18 – Método de solução de problemas associado com o PDCA.....	90
Figura 19 – Fluxograma da metodologia deste estudo.....	100
Figura 20 – Localização das áreas de estudo (setores), ETA, ERAT e Reservatórios.....	103
Figura 21 – Fluxograma esquemático das tubulações principais de cada setor de estudo.....	104
Figura 22 – Diagrama de fluxo das Autorizações de Serviço (AS) na CASAN.....	107

Figura 23 – Fluxograma de cálculo do volume de água perdido.....	121
Figura 24 – Gráficos com a quantidade de consertos de vazamentos em cavaletes (A), ramais prediais (B), redes de água até DN 100 mm (C) e superior a DN 100 mm (D) e reclamações de falta de água (E) por mês, por setor e somados os 5 anos de estudo.....	128
Figura 25 – Pressão estática máxima calculada nos setores 1 a 5.....	130
Figura 26 – Mapas de quantidade de vazamentos de cavalete (A), ramal predial (B) e rede de água (C) no setor 1 (2009 a 2013).....	131
Figura 27 – Mapas de quantidade de vazamentos de cavalete (A), ramal predial (B) e rede de água (C) no setor 2 (2009 a 2013).....	132
Figura 28 – Mapas de quantidade de vazamentos de cavalete (A), ramal predial (B) e rede de água (C) no setor 3 (2009 a 2013).....	133
Figura 29 – Mapas de quantidade de vazamentos de cavalete (A), ramal predial (B) e rede de água (C) no setor 4 (2009 a 2013).....	134
Figura 30 – Mapas de quantidade de vazamentos de cavalete (A), ramal predial (B) e rede de água (C) no setor 5 (2009 a 2013).....	135
Figura 31 – Mapas de quantidade de vazamentos de cavalete (A), ramal predial (B) e rede de água (C) no setor 6 (2009 a 2013).....	135
Figura 32 – Resultados do cálculo do ID Op31 para cada setor de estudo (2009 a 2013).....	137
Figura 33 - Resultados do cálculo do ID Op32 para ramais prediais para cada setor de estudo (2009 a 2013).....	138
Figura 34 – Resultados do cálculo do ID Op32 para cavaletes para cada setor de estudo (2009 a 2013).....	139
Figura 35 – Gráficos com os resultados do Cálculo do ID IN ₀₈₃ para cavaletes (A), ramais prediais (B), redes de água até DN 100 (C) e superior a DN 100 mm(D) nos 6 setores de estudo ao longo dos anos.....	141
Figura 36 – Gráfico de Pareto para o ID Op31 para os 5 anos de estudo.....	143

Figura 37 – Gráfico de Pareto para o ID Op32 – ramais prediais para os 5 anos de estudo.....	143
Figura 38 – Gráfico de Pareto para o ID Op32 – cavalete para os 5 anos de estudos.....	144
Figura 39 - Diagrama de causa e efeito para o problema vazamentos em cavaletes, ramais prediais e redes de abastecimento de água.....	149
Figura 40 – Diagrama de causa e efeito para o problema tempo de reparo de cavaletes, ramais prediais e redes de água.....	150
Figura 41 – Fluxograma guia para auxiliar nas ações de redução das perdas reais em um sistema de abastecimento de água.....	153
Figura 42 – Exemplo da utilização do diagrama de dispersão..	156
Figura 43 – AS pendentes no SCI ainda não priorizadas.....	157
Figura 44 – Parâmetros pré-definidos da ferramenta <i>Solver</i>	158
Figura 45 – Resultado da ferramenta <i>Solver</i> na função de priorização.....	159
Figura 46 - Tabela das AS programadas e ordenadas conforme a função priorização.....	159
Figura C.1 – Autorização de Serviço (AS) executada e finalizada no Sistema Comercial Integrado da CASAN (página 1).....	188
Figura C.2 – Autorização de Serviço (AS) executada e finalizada no Sistema Comercial Integrado da CASAN (página 2).....	188

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tipos de pesquisa de vazamentos conforme a característica da região e disponibilidade de equipamentos de medição.....	36
Tabela 2 – Reduções de perdas físicas por reduções de pressões.....	41
Tabela 3 – Vazão calculada do vazamento em litros por segundo a partir da pressão e do diâmetro equivalente do orifício.....	46
Tabela 4 – Principais erros na escolha dos indicadores.....	57
Tabela 5 – Matriz de níveis de confiança.....	60
Tabela 6 – Indicadores de desempenho operacionais de água e qualidade dos serviços de abastecimento utilizados pelo SNIS..	63
Tabela 7 – Alguns indicadores de desempenho de recursos humanos, operação e manutenção e qualidade de serviços de abastecimento de água proposto pela IWA.....	65
Tabela 8 – Indicadores de desempenho para as cidades de Florianópolis, Santos, Rio de Janeiro, Vitória e Recife.....	68
Tabela 9 – Indicadores de desempenho (ID) na empresa Serviço Intermunicipal de Água e Esgoto de Joaçaba/SC para os anos de 2009 a 2013.....	69
Tabela 10 – Indicadores de desempenho (ID) na Companhia de Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO) para a cidade de Porangatu nos anos de 2011 a 2014.....	71
Tabela 11 – Resumo dos ID mencionados para as entidades WSAA, ERSAR e ADERASA.....	76
Tabela 12 – Matriz de priorização de GUT.....	82
Tabela 13 – Resumo das etapas e tarefas descritas no MASP.....	92
Tabela 14 – Tabela de prioridade dos serviços da COMPESA...	95
Tabela 15 – Vazão total média anual distribuída no SCSL no período de estudo (2009 a 2013).....	102
Tabela 16 – Localidade, capacidade e cota topográfica dos reservatórios do SCSL.....	103
Tabela 17 – comprimento de rede principal para cada setor de estudo.....	105
Tabela 18 – Banco de dados 1.....	116
Tabela 19 – Banco de dados 2.....	118
Tabela 20 – Variáveis para o cálculo do modelo de priorização de serviço.....	122

Tabela 21 – Resumo da quantidade de AS por setor e ano de estudo.....	125
Tabela 22 – Tempo de execução médio por categoria e ano de estudo.....	129
Tabela 23 – Resultados do cálculo do ID Pe1 para agência costa sul leste nos anos de 2009 a 2013.....	142
Tabela 24 – Resultado do cálculo do ID Op31 para os setores de estudo no ano de 2013.....	145
Tabela 25 – Resumo do cálculo do ID Op31 para entidades nacionais e internacionais.....	146
Tabela 26 – Cabeçalho do formulário para caracterização do vazamento.....	155
Tabela 27 – Exemplo de quadro resumo das quantidades de ocorrências de vazamentos para cada causa apontada.....	155
Tabela B.1 – Quadro de funcionários da agência Costa Sul Leste de janeiro de 2009 a dezembro de 2013.....	182
Tabela B.2 – Dados de número de ligações, economias e população total atendida para cada setor e ano de estudo.....	184
Tabela B.3 – Códigos de serviços utilizados para a geração dos dados históricos de Autorização de Serviço (AS).....	185
Tabela D.1 – Quantidade de AS solicitadas e executadas no setor 1.....	189
Tabela D.2 – Quantidade de AS solicitadas e executadas no setor 2.....	190
Tabela D.3 – Quantidade de AS solicitadas e executadas no setor 3.....	191
Tabela D.4 – Quantidade de AS solicitadas e executadas no setor 4.....	192
Tabela D.5 – Quantidade de AS solicitadas e executadas no setor 5.....	193
Tabela D.6 – Quantidade de AS solicitadas e executadas no setor 6.....	194
Tabela D.7 – Quantidade de AS com tempo de execução igual a zero.....	195
Tabela D.8 – Quantidade de AS com tempo de atendimento igual a zero.....	196
Tabela D.9 – Quantidade de AS com tempo de execução maior que o máximo estipulado.....	197

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	23
2.	OBJETIVOS	25
2.1	OBJETIVO GERAL	25
2.1.1	Objetivos Específicos	25
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	27
3.1	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	27
3.1.1	Operação e manutenção de sistemas de abastecimento de água	28
3.2	PERDAS DE ÁGUA	29
3.2.1	Perdas reais por vazamentos	32
3.2.2	Quantificação das perdas por vazamentos	44
3.3	SISTEMA DE INFORMAÇÃO	47
3.3.1	Gestão da informação	47
3.3.2	Tecnologia da informação	50
3.3.3	Gestão de pessoas	51
3.3.4	Gestão comercial	53
3.4	INDICADORES DE DESEMPENHO	55
3.4.1	Crítérios de avaliação do serviço prestado	65
3.5	CONTROLE DA QUALIDADE TOTAL	77
3.5.1	Ferramentas de qualidade	77
3.5.1.1	Folha de verificação.....	78
3.5.1.2	Diagrama de Pareto.....	79
3.5.1.3	Método GUT.....	81
3.5.1.4	Diagrama de causa e efeito.....	82
3.5.1.5	Histograma.....	84
3.5.1.6	Diagrama de dispersão.....	85
3.5.1.7	Gráfico de controle.....	85
3.5.1.8	Diagrama de fluxo.....	86
3.5.1.9	<i>Brainstorming</i>	87
3.5.1.10	5W2H.....	87
3.5.2	Ciclo PDCA	87
3.5.3	MASP	89
3.6	PRIORIZAÇÃO DE REPAROS DE VAZAMENTOS	94
4.	MATERIAIS E MÉTODOS	99
4.1	IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	101
4.1.1	Área de estudo	101
4.1.2	Obtenção dos dados	105

4.1.2.1	Cadastro técnico e comercial.....	105
4.1.2.2	Autorizações de Serviço (AS).....	106
4.1.3	Tratamento dos dados	108
4.1.4	Elaboração de mapa temático	109
4.1.5	Cálculo dos indicadores de desempenho	110
4.1.6	Análise de Pareto	112
4.2	OBSERVAÇÃO	112
4.2.1	Processo de <i>benchmarking</i>	112
4.2.2	<i>Brainstorming</i>	113
4.3	ANÁLISE	113
4.3.1	Diagrama de causa e efeito	113
4.3.2	<i>Brainstorming</i>	113
4.4	PLANO DE AÇÃO	114
4.4.1	Plano para redução das perdas reais de água por vazamentos	114
4.4.1.1	Aplicação da AS como fonte de dados.....	114
4.4.1.2	Modelo de priorização de reparo de vazamentos.....	114
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	125
5.1	IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	125
5.1.1	Tratamento dos dados históricos das autorizações de serviço (AS)	125
5.1.2	Mapa temático	129
5.1.3	Cálculo dos Indicadores de Desempenho	136
5.1.4	Análise de Pareto	142
5.2	OBSERVAÇÃO	144
5.2.1	Processo de <i>Benchmarking</i>	144
5.2.2	<i>Brainstorming</i>	148
5.3	ANÁLISE	149
5.3.1	Diagrama de causa e efeito	149
5.3.2	<i>Brainstorming</i>	150
5.3.2.1	Avaliação do atual modelo de autorização de serviço (AS).....	150
5.3.2.2	Avaliação do atual método de priorização de reparo..	151
5.4	PLANO DE AÇÃO	151
5.4.1	Plano para redução das perdas reais de água	151
5.4.1.1	Aplicação da AS como fonte de dados.....	153
5.4.1.2	Modelo de priorização de reparo de vazamentos.....	156
6.	CONCLUSÕES	163
7.	RECOMENDAÇÕES	167
	REFERÊNCIAS	169

ANEXO A	179
ANEXO B	181
ANEXO C	187
ANEXO D	189

1. INTRODUÇÃO

Uma das metas do sétimo Objetivo de Desenvolvimento do Milênio (ODM) é reduzir pela metade, até 2015, a proporção da população sem acesso permanente e sustentável à água potável. Segundo o relatório do ODM (UNITED NATIONS, 2014, p. 44), a meta foi atingida cinco anos antes. E no ano de 2012, 89% da população mundial já tinha acesso a uma fonte de água potável. Isso representa mais de 2,3 bilhões de pessoas entre 1990 e 2012 e um pouco mais da metade dessa população tem o benefício do sistema canalização de água na residência.

No Brasil, destaca-se a promulgação da Lei Nº 11.445/2007 que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e um dos princípios fundamentais da Lei é a universalização da prestação dos serviços com a ampliação progressiva do acesso para todos os domicílios, sendo os serviços ofertados de forma adequada à saúde pública e à proteção do meio ambiente.

De acordo com a última Pesquisa Nacional de Saneamento Básico realizado em 2008 (BRASIL, 2010) 99,4% dos municípios brasileiros realizam abastecimento de água por rede geral de distribuição em pelo menos um distrito ou parte dele. No entanto, quando analisado o percentual de residências brasileiras abastecidas por meio de uma ligação de água esse número é um pouco menor, 78,6%. Além disso, observa-se que mesmo nos municípios com abastecimento de água por rede geral, também pode ocorrer distribuição de água por formas alternativas e muitas vezes sem tratamento devido à inexistência, insuficiência e/ou ineficiência da rede existente, mostrando com isso um déficit na prestação do serviço de abastecimento de água.

Dado o exposto, a conveniência e os benefícios de um sistema de canalização de água potável vem crescendo ao longo dos últimos anos, em especial, nas áreas urbanas. Por outro lado, apesar do aumento na cobertura, as questões de qualidade de serviço ainda são um problema. O fornecimento de água é muitas vezes intermitente aumentando o risco de contaminação.

Baptista (s.d.) observa que nos países em que as empresas de saneamento ainda estão superando as deficiências na cobertura do atendimento com rede de água para a população, a qualidade dos serviços não é uma prioridade e sim os problemas

quantitativos de abastecimento. Por outro lado, nos países que já resolveram o problema de cobertura de água da população, a qualidade passou a ocupar uma posição prioritária. Finalmente, os países mais avançados, com os problemas quantitativos e qualitativos já resolvidos, procuram hoje em dia a excelência de qualidade dos serviços prestados.

A qualidade dos serviços compreende em buscar a melhoria contínua e estabelecer padrões para o atendimento das necessidades do usuário. Em vista disso, em 2007, foram publicadas as normas da *Internacional Organization for Standardization* (ISO) e adotadas de forma idênticas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em 2012, a série de normas fornecem diretrizes para avaliar e melhorar os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário prestados ao usuário (ABNT ISO 24510, ABNT ISO 24511 e ABNT ISO 24512). E como ferramenta de apoio, é recomendado pelas normas o uso de indicadores de desempenho (ID) para avaliação do serviço, bem como para definir metas.

Apesar de ser uma ferramenta eficaz para diagnóstico das empresas de abastecimento, a falta de uma cultura de manutenção de um banco de informações atualizadas, a falta de um rigor no trato destas informações, aliado ao desconhecimento do emprego de indicadores, faz com que seu uso esteja aquém do esperado no Brasil. Outro aspecto relevante é o pouco conhecimento que um setor tem de outros dentro da mesma empresa.

Diante desse contexto, o presente trabalho está inserido na linha de pesquisa: Sistema de Abastecimento de Água e teve como objetivo avaliar a qualidade da operação e manutenção de redes de distribuição prestado no Sistema de Abastecimento de Água Costa Sul Leste (SCSL) em Florianópolis/SC operado pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) com base nos dados históricos das autorizações de serviço (AS).

Para isso, foi aplicado o método de análise e solução de problemas (MASP) e a ferramenta indicador de desempenho (ID) para diagnosticar o serviço prestado. Ademais, foi proposto um plano de ação para reduzir às perdas reais de água utilizando dados de caracterização de vazamentos e também um modelo de priorização de reparo visando reduzir o volume de água perdido.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade dos serviços de operação e manutenção de redes de distribuição prestado no Sistema de Abastecimento de Água Costa Sul Leste (SCSL) em Florianópolis/SC operado pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) com base nos estudos das autorizações de serviço (AS).

2.1.1 Objetivos Específicos

- a) Caracterizar por meio de indicadores de desempenho, os serviços prestados na operação e manutenção do sistema de distribuição de água;
- b) Avaliar o atual modelo de AS e averiguar a necessidade de melhorias para utilizá-la como relatório fonte de dados para indicadores de qualidade do serviço;
- c) Propor um modelo de priorização de reparo de vazamentos visando reduzir o volume de água perdido.

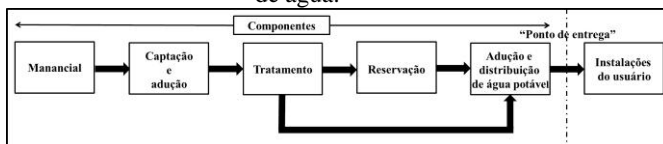
Hipótese de trabalho: A partir dos dados históricos de AS, é possível, por meio de indicadores de desempenho e o uso da ferramenta MASP, avaliar a qualidade dos serviços prestados pela CASAN, na operação e manutenção da rede de distribuição do Sistema Costa Sul Leste.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Os sistemas de abastecimento de água tem por finalidade a prestação de um serviço essencial para a saúde e bem estar da população. A função do prestador de serviço de água é o abastecimento contínuo de água potável para uso domiciliar, atividades urbanas, industriais entre outros. O sistema de abastecimento de água potável é geralmente composto por manancial, captação, adução, estação de tratamento de água, reservação, adução de água tratada e distribuição (TSUTIYA, 2006, p. 9-10) e (ABNT, 2012, p. 11), conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1 – Representação de um sistema básico de abastecimento de água.



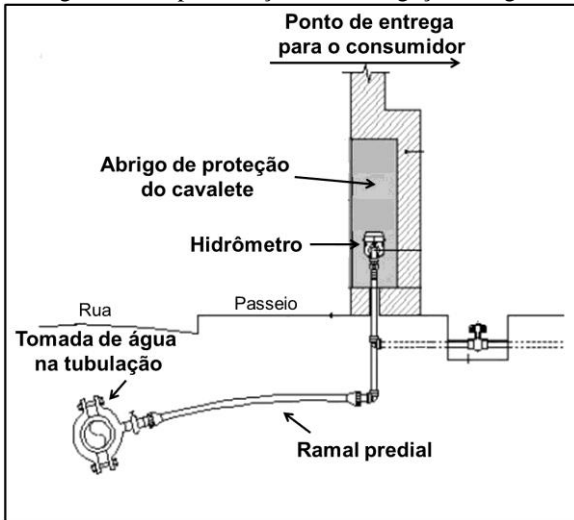
Fonte: adaptado de ABNT (2012, pág. 44).

A rede de distribuição de água é a parte do sistema de abastecimento formada por tubulações e acessórios destinados a colocar água potável à disposição dos consumidores, garantindo pressões, quantidade e qualidade em diversos pontos de consumo (TSUTIYA, 2006, p. 9-10); (BAPTISTA, s.d.). Uma rede de distribuição de água é normalmente constituída por dois tipos de canalização: principal – que são tubulações de maior diâmetro e transportam a água até os bairros e as tubulações secundárias – que são de menor diâmetro e abastecem diretamente os pontos de consumo. Os principais materiais utilizados nas tubulações e peças são de ferro fundido cinzento, ferro fundido dúctil, tubos de policloreto de vinila (PVC), tubos de polietileno (PEAD) e tubos de fibrocimento (TSUTIYA, 2006, p. 432).

A ligação entre as tubulações secundárias e o consumidor é feita pela ligação predial. Esta é constituída do dispositivo de tomada de água na tubulação, ramal predial, normalmente, de

material plástico (PVC ou PEAD) e estrutura de medição denominada cavalete na qual se encontra o hidrômetro (Figura 2). De modo geral, para cada instalação predial existe uma única economia. No caso de edifícios residenciais ou comerciais, por exemplo, tem-se uma medição coletiva, ou seja, uma única instalação predial, mas com mais de uma economia (TSUTIYA, 2006, p. 527).

Figura 2 – Representação de uma ligação de água.



Fonte: (CASAN, s.d.).

3.1.1 Operação e manutenção de sistemas de abastecimento de água

De acordo com Tsutiya (2006, p. 432) as etapas do sistema de abastecimento de água da captação até a reservação recebem, normalmente, mais atenção das equipes de operação, devido estas estruturas estarem concentradas em apenas um lugar, e também, são mais visíveis e visitadas. Já as redes de distribuição de água e as ligações prediais estão enterradas pela cidade e às vezes de difícil acesso, por isso não recebem a devida atenção da operação. No entanto, estas partes do sistema, citada por último, se encontram mais próximo do consumidor, por isso, devem

merecer especial atenção, em particular no que se refere a qualidade da água e perdas de água por vazamentos.

Tardelli Filho (2006, p. 457) complementa que as maiores deficiências observadas hoje em sistemas de abastecimento de água estão relacionadas com a deterioração dos sistemas antigos em virtude de falta de manutenção e recuperação, em particular na distribuição de água com tubulações antigas apresentando problemas de rompimentos e vazamentos. Há uma tendência geral, nos vários setores de infraestrutura urbana, em supervalorizar a “construção” em detrimento da “operação e manutenção”. Segundo a Companhia de Saneamento Básico do estado de São Paulo (SABESP) (2014) 51% das redes de água da cidade de São Paulo tem mais de 30 anos de uso no qual aumenta os casos de vazamentos.

Outros problemas comuns na operação de sistemas de abastecimento de água são apresentados por Tardelli Filho (2006):

- **Falta de água:** decorrente da insuficiência de oferta de água, tubulações subdimensionadas ou entupidas e também por causa de manutenção do sistema de abastecimento de água;
- **Baixa pressão:** insuficiência no abastecimento, tubulações entupidas e/ou situações topográficas adversas;
- **Alta pressão:** geralmente ocorrem nos pontos baixos da rede;
- **Água suja:** decorrentes do tratamento de água, problemas de corrosão das tubulações de ferro fundido, infiltrações por pontos de vazamentos quando há despressurização das tubulações e/ou na manutenção sem os devidos cuidados. Outros pontos de contaminação são os reservatórios e estações elevatórias;
- **Cadastro:** Falta de cadastro atualizado das tubulações e acessórios que permita uma ágil atuação nos serviços operacionais.

3.2 PERDAS DE ÁGUA

As perdas em um sistema de abastecimento de água são responsáveis por grande parte do consumo de água de mananciais. Estimativas conservadoras apontam que o mundo perde, atualmente, em seus sistemas, 1/3 de toda a água tratada

(PINTO, 2012, p. 355). Associado a isso, tem-se o crescimento populacional, melhorias da qualidade de vida e o desenvolvimento das cidades que demandam ampliação crescente no fornecimento de água potável (REIS; CHEUNG, 2007, p. 69).

Como exemplo, as cidades da região metropolitana de São Paulo abastecida pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), na qual o consumo de água aumentou em 26% ao passo que a produção de água tratada cresceu apenas 9% entre os anos de 2004 e 2013. Além disso, os padrões de consumo se elevaram, há 10 anos um morador da grande São Paulo gastava em média 150 litros de água por dia, hoje o consumo é de 175 litros de água por dia (LEITE et al., 2014, p. 10-11). Neste contexto, avalia-se que o mundo demandará 40% mais água até 2025 (PINTO, 2012, p. 355).

As alternativas para disponibilizar maior quantidade de água para população, além de campanhas para o uso racional da água, são: a ampliação dos sistemas existentes que nem sempre é possível por causa do alto custo e escassez dos recursos hídricos e a outra opção é a redução dos índices de perdas nos sistemas de abastecimento de água (REIS; CHEUNG, 2007, p. 69).

De acordo com dados do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS) do Ministério das Cidades ano 2012 (BRASIL, 2014), as perdas de água nos sistemas de abastecimento do Brasil foram iguais a 36,9%, mas alguns Estados brasileiros apresentam um índice de perda que podem ultrapassar a faixa dos 70% como é o caso da Companhia de Água e Esgoto do Amapá. Nos municípios de Santa Catarina operados pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN), objetivo desse estudo, as perdas de água apresentaram um valor de 37,2%.

Os valores do indicador de perdas de água servem como uma primeira avaliação do sistema. A título de análise superficial, Brasil (2007a, p. 18) considera que um valor do indicador de perdas de água maior que 40% é um sistema com mau gerenciamento, entre 40 a 25%, sistema com gerenciamento com nível intermediário e menor que 25% sistema com bom gerenciamento. No entanto, o mesmo autor, afirma que esse índice não avalia as condições da infraestrutura do sistema, ou seja, se há predominância de perdas aparentes ou reais.

Desta forma, em um sistema de abastecimento de água, podem ser identificados dois tipos de perdas:

- **Perdas aparentes:** aquelas associadas a todos os tipos de imprecisões às medições de água produzida e consumida e também ao consumo não autorizado ocasionado por fraudes, ligações clandestinas e/ou irregularidades, erros de hidrômetros, de leitura ou falhas no cadastro comercial (ALEGRE, et al., 2004, p. 21; PINTO, 2012, p. 361).

Pinto (2012, p.361) aponta como ações para combater as perdas de água aparentes: treinamento de leituristas, certificação da qualidade dos hidrômetros, utilização de hidrômetros mais precisos ou com faixa de utilização otimizada, acompanhamento da idade média do parque de hidrômetros, acompanhamento do nível de utilização dos hidrômetros por volume, criação de equipes de combate a fraude, utilização de medidas e acessórios que dificultem a propagação de fraudes como cápsulas internas de corte, cavaletes com travas, selos, lacres e blindagem, entre outros.

- **Perdas reais:** toda água que vaza no sistema, não chegando até às instalações do cliente, também conhecida como perdas físicas de água. Estas são ocasionadas por vazamentos ou rompimentos em adutoras, redes, ramais e conexões, trincas e fissuras nas paredes dos reservatórios e extravasamentos do mesmo (ALEGRE, et al., 2004, p. 21; BRASIL, 2004, p. 15; BRASIL, 2007a, p.13 PINTO, 2012, p. 360). Em comentário a essa questão, Pinto (2012, p. 360) afirma que as perdas reais geralmente são responsáveis pela maioria das perdas gerais em um sistema e, em geral, são resultados de pressões elevadas na rede de distribuição, redes antigas, materiais de baixa qualidade, sistemas mal gerenciados operacionalmente e má qualidade da mão de obra na execução de consertos. De forma estimativa, pode-se considerar que as perdas reais, correspondem, a um valor entre 40 a 60% das perdas totais de água (BRASIL, 2007a, p. 66).

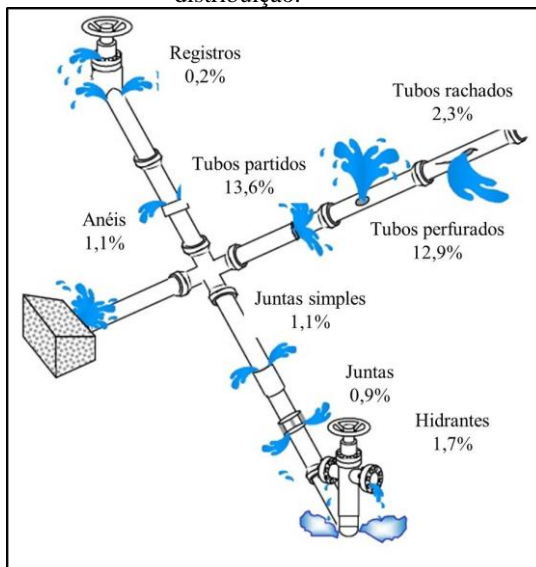
3.2.1 Perdas reais por vazamentos

As causas e magnitudes das perdas de água por vazamento podem ser diferentes nos diversos componentes de um sistema de abastecimento de água, bem como as ações para o controle dessas perdas. Os vazamentos podem aparecer, sobretudo:

- Nas estruturas das Estações de Tratamento de Água (ETA);
- Nas tubulações das linhas de adução e da rede de distribuição e seus acessórios (juntas, registros e ventosas);
- Nos ramais prediais e cavaletes;
- Nas estruturas dos reservatórios;
- Nos equipamentos das estações elevatórias (BRASIL, 2004, p. 16; TARDELLI FILHO, 2006, p. 467).

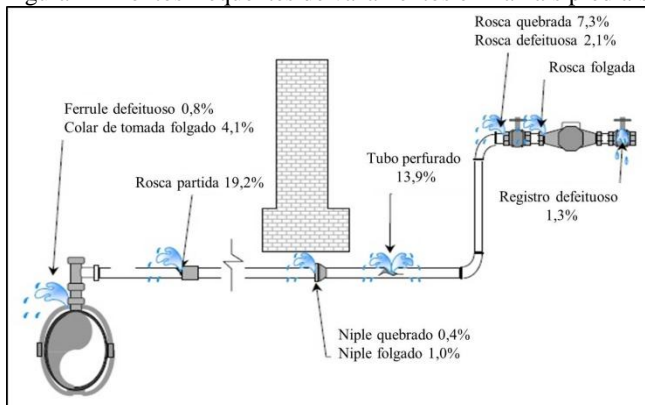
O componente do sistema na qual acontece o maior número de vazamentos é nos ramais prediais e cavaletes, estima-se que entorno de 70% a 90% do número total de ocorrências. E em termos de volume de água perdido a maior incidência é nas redes de distribuição (BRASIL, 2004, p. 20; TARDELLI FILHO, 2006, p. 467). Nas Figuras 3 e 4 são apresentados os pontos em que ocorrem vazamentos de água nas tubulações de distribuição e ramais prediais e cavaletes respectivamente. Essa porcentagem é baseada em experiência da Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento (SANASA) da cidade de Campinas (BRASIL, 2004, p. 20).

Figura 3 – Pontos frequentes de vazamentos em redes de distribuição.



Fonte: (BRASIL, 2004, p. 21).

Figura 4 – Pontos frequentes de vazamentos em ramais prediais.



Fonte: (BRASIL, 2004, p. 22).

Costa (2009, p. 10) mostra um estudo realizado na SABESP, na qual, 90% dos registros de vazamentos são nos ramais prediais. Analisando os vazamentos nas tubulações do ramal, 82% representam furo no tubo e em relação a conexões de

ramal, o adaptador trincado apareceu em 76% das ocorrências. Em referência a reparos em redes de água, o estudo mostrou que 50% dos vazamentos são em válvulas, 40% trinca na tubulação e 10% nas conexões. Já nos cavaletes, 52% dos vazamentos foram evidenciados por motivo de instalação trocada do pé do cavalete, 36% trinca ou furo no pé e 12% problemas nas juntas, registro e trinca nas conexões.

A principal causa apontada no estudo supracitado da SABESP para vazamentos em cavaletes foi por esses serem de ferro galvanizado antigo, já nos ramais prediais as maiores ocorrências se deram por causa do material empregado (83% de PEAD preto), associado com a má execução. Os vazamentos em redes de água podem estar associados a mudanças do tipo de tráfego de veículos (COSTA, 2009, p. 17-19).

Outras causas apontadas pelo estudo para ocorrências de vazamentos são: pressões elevadas, variações bruscas de pressão, transientes hidráulicos (decorrentes de manobras de rede), má qualidade na execução da obra e nos materiais e conexões empregadas, reaterro executado sem a troca de solo ou compactação eficiente, deficiências ou erros de projeto, mão de obra sem qualificação, utilização de equipamentos inadequados, falhas de operação e manutenção do sistema, corrosividade do solo e lençol freático, mudança no tipo de tráfego existente, intervenção de terceiros (ligações clandestinas) etc (COSTA, 2009, p. 4).

Os vazamentos de água são classificados como visíveis ou não visíveis. Os vazamentos visíveis podem ser de fácil detecção pela operação do sistema de abastecimento de água com base na observação dos registros contínuos de vazões e pressões em alguns pontos da rede ou mesmo por denúncias feitas pela população. Esse tipo de vazamento, normalmente, apresentam altas vazões, mas com curta duração, por ser mais fácil de encontra-lo para a realização dos reparos necessários (TARDELLI FILHO, 2006, p. 468; REIS; CHEUNG, 2007, p. 69).

Nem todo vazamento aflora a superfície, estes são chamados de vazamentos não visíveis e podem permanecer por um longo período, se não houver uma atividade de busca por vazamentos por parte da empresa e totalizam volumes consideráveis de água perdida. Essas ações demandam gestão,

conhecimento técnico e utilização de equipamentos (haste de escuta e geofone) para a detecção das fugas de água e devem ser realizados periodicamente (TARDELLI FILHO, 2006, p. 468-469; REIS; CHEUNG, 2007, p. 69).

A pesquisa de vazamentos não visíveis depende das características e condições do sistema de distribuição de água. Brasil (2007a, p. 16-17) mostra 3 tipos de pesquisa de vazamentos não visíveis conforme a característica da região e disponibilidade de equipamentos de medição e controle (Tabela 1).

Tabela 1 – Tipos de pesquisa de vazamentos conforme a característica da região e disponibilidade de equipamentos de medição (continua).

Tipo	Aplicação	Característica
Varredura da rede	Sistemas de cidades de pequeno porte, que não dispõem de informações mais específicas nem de sistema de medição adequado.	A pesquisa não é precedida de qualquer tipo de análise das condições da rede e simplesmente é realizada uma pesquisa acústica em todo o sistema. Não é uma metodologia eficiente, uma vez que desperdiça tempo e recursos com pesquisas em trechos de redes que estão em bom estado.
Pesquisa não baseada em medição	Sistemas que não possuem Micromedidores, setorização e macromedidores com a finalidade de definir áreas críticas para a pesquisa e localização das perdas por vazamentos não visíveis nas redes de distribuição.	Realização de levantamento e mapeamento dos setores da rede de distribuição, levando em conta as seguintes características: <ul style="list-style-type: none"> • Setor com grande incidência de Ordens de Serviços relativas a reparo de vazamentos; • Pressões altas (mapear setores por faixa de pressão: até 30 m.c.a, até 50 e acima de 50 m.c.a); • Redes antigas (mapear rede pela idade, nas faixas: até 10 anos, 11 a 20, 21 a 30 e acima de 30 anos); • Materiais de qualidade duvidosa; • Setor com ramais prediais em ferro galvanizado ou de PVC com mais de 10 anos; • Aduoras, subadutoras, redes ou ramais assentados sobre berços inadequados; • Solos de má qualidade provocando recalque devido à força externa; • Quantidade de vazamentos visíveis ou não visíveis por extensão de rede que foram reparados em um ano; • Quantidade de vazamentos visíveis ou não visíveis no ramal predial que foram reparados em um ano; Mapeando-se os setores contendo essas informações, podem-se ordenar as áreas prioritárias para os trabalhos de escuta ou geofonamento.

Tabela 1 – Tipos de pesquisa de vazamentos conforme a característica da região e disponibilidade de equipamentos de medição (conclusão).

Tipo	Aplicação	Característica
Pesquisa baseada em sistema de medição	O sistema é setorizado, macro e micromedição, podendo compatibilizar o volume de água que está entrando no setor, bem como o que está sendo consumido. A partir do conhecimento das perdas nos setores, pode-se otimizar o controle de perdas.	Possibilita a pesquisa em setores identificados com grandes perdas no sistema, visto que o tempo e recursos não são desperdiçados em pesquisas com trechos de redes em boas condições. Esta metodologia não anula as técnicas não baseadas em medição, pelo contrário, devem ser feitas em conjunto, agregando mais fatores de decisão e análise da área para os trabalhos de pesquisa de vazamentos.

Fonte: (BRASIL, 2007a, p. 16-17).

Na pesquisa de campo por vazamentos, Brasil (2007a, p. 53) sugere que quando o mesmo for constatado, seja preenchido um formulário no reparo de acordo com os exemplos mostrados nas Figura 5 e 6 com a codificação para os locais dos vazamentos. A seguir são listadas as informações sugeridas para conter no formulário:

- Endereço;
- Localização do vazamento (rede, tomada d'água, adaptador, ramal predial, joelho, registro, cavalete etc);
- Caracterização do vazamento (amassamento, trinca longitudinal ou transversal no tubo, trinca na conexão, furo no tubo ou conexão, microfissuras no joelho etc);
- Causa provável (peça forçada na execução, berço não apropriado, tubo ou conexão de má qualidade, tubo ou conexão com corrosão, recalque no aterro, calçada ou pavimento, reaterro com material inadequado etc);
- Material;
- Pressão entre outros.

Por meio dessas informações de campo, é possível geral um demonstrativo mensal acumulado com a maior incidência de vazamentos por localização, caracterização e principais causas, facilitando o gerenciamento da infraestrutura por parte da

companhia de saneamento. Os levantamentos das causas prováveis e das caracterizações dos vazamentos são tão importantes quanto o reparo e o levantamento das perdas, já que se tem a oportunidade de atacar as causas do problema (BRASIL, 2007a, p.52). Costa (2009, p. 7) afirma que o registro de falhas é uma ferramenta importante no diagnóstico dos problemas de vazamentos. E que o treinamento constante das equipes é fundamental para evitar erros de preenchimento.

Figura 5 – Exemplo de formulário para preenchimento no reparo para caracterização de um vazamento.

VAZAMENTOS RECUPERADOS										Ativ/Ass: janeiro/05
Local/Cellênda		Turno: José V. da Silva								Folha nº 01
Nº	Endereço	Localização	Caracterização do vazamento*	Causa provável	Materia	Pressão com vazamento		Data confirmação	Perda recuperada (lit)	
						mpc	Apq			
1	GMP Cj 1001 Cy 03	4	2	3	PEAD	25	15h30	06/01/05	0,075	
2	GMP Cj 1001 Cy 05	4	2	3	PEAD	24	15h50	06/01/05	0,030	
3	GMP Cj 1001 Cy 21	3	4	1	PEAD	30	16h40	06/01/05	0,021	

Sugestão para o formulário "Vazamentos Recuperados"

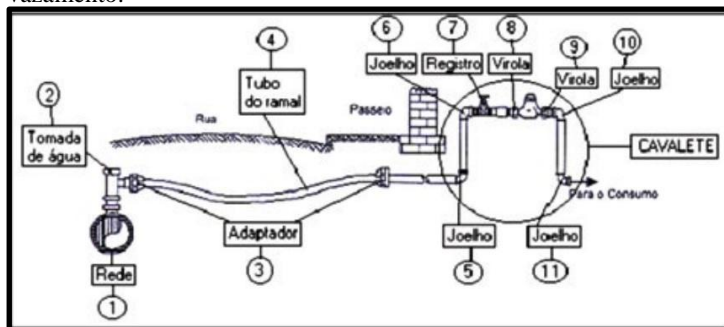
CODIFICAÇÃO		
CAUSA PROVÁVEL DO VAZAMENTO		MATERIAL
CÓDIGO	CAUSA	CÓDIGO
1	Pesa forçada na execução	PEAD
2	Berço não apropriado	POLI
3	Tubo ou conexão de má qualidade	PFC
4	Tubo ou conexão com corrosão	GALV
5	Recalque no aterro ou calçada ou pavimentação	FDFO
6	Reaterro com material inadequado	AMTD
7		
8		
9		
10		

CARACTERIZAÇÃO DO VAZAMENTO	
CÓDIGO	CARACTERIZAÇÃO
1	Amassamento
2	Trinca longitudinal no tubo
3	Trinca transversal no tubo
4	Trinca na conexão
5	Furo no tubo ou conexão
6	Microrrachura no joelho
7	Tubo PEAD cortado pela saliência do adaptador ou união ass
8	
9	
10	

Tabela de codificação

Fonte: (BRASIL, 2007a, p.54).

Figura 6 – Exemplo de tabela de codificação para caracterização de um vazamento.



Fonte: (BRASIL, 2007a, p.54).

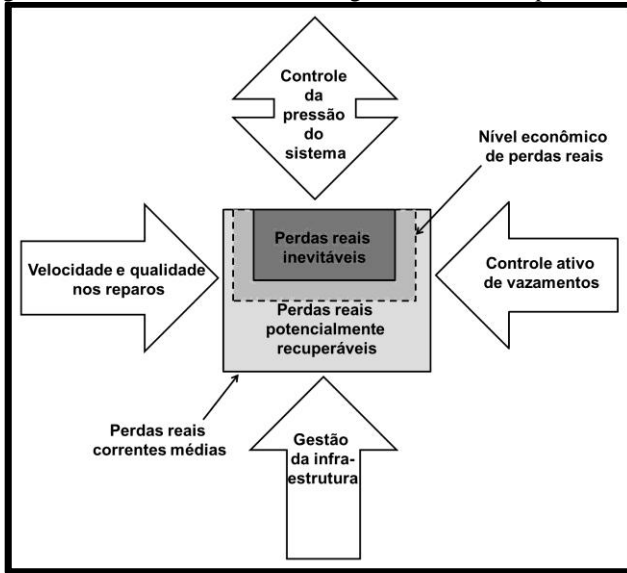
Ainda, nem todos os vazamentos não visíveis são detectáveis, esses são chamados de vazamentos inerentes e possuem baixas vazões e longa duração (TARDELLI FILHO, 2006, p. 469; REIS; CHEUNG, 2007, p. 69). É oportuno destacar a experiência da SABESP (2014) na qual diz que entorno de 40% dos vazamentos de água em redes de distribuição na região metropolitana de São Paulo são invisíveis e indetectáveis.

As perdas reais não podem ser totalmente eliminadas de um sistema de abastecimento de água, esse volume mínimo de perdas de água é denominado perdas reais inevitáveis. A diferença entre as perdas reais inevitáveis e as perdas reais correntes médias são as perdas reais potencialmente recuperáveis (Figura 5). E a razão entre perdas reais correntes médias e as perdas reais inevitáveis é denominado a “taxa natural de vazamentos” que determinará o nível de atenção das companhias de saneamento nas questões de reparo, busca por vazamentos não visíveis, conservação da infraestrutura e gestão da pressão (LAMBERT, 2001 p. 7).

Lambert (2001 p. 8) apresenta 4 ações para a redução, significativa, do volume de perdas reais de água em um sistema de abastecimento, também ilustrado na Figura 7: (i) controle da pressão do sistema (aumento ou diminuição da pressão); (ii) controle ativo de fugas para localizar vazamentos não visíveis; (iii) velocidade e qualidade nos reparos e (iv) gestão da infraestrutura. O número de novos vazamentos está relacionado com a idade das tubulações, gestão da pressão e taxa de vazão de

todos os vazamentos. A duração média dos vazamentos é limitada pela velocidade e qualidade dos reparos e as estratégias de controle ativo de fugas.

Figura 7 – Os 4 métodos básicos de gerenciamento de perdas reais.



Fonte: (LAMBERT, 2001 p. 8).

A pressão de serviço na rede de distribuição de água é o parâmetro operacional mais importante na vazão dos vazamentos e na frequência de sua ocorrência. De acordo com a NBR 12.218 – Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público, a pressão estática máxima recomendada é de 50 m.c.a (ABNT, 1994), em virtude da resistência das tubulações e controle das perdas de água. Algumas redes de distribuição e ramais prediais são de materiais plásticos, polietileno ou PVC, cujos orifícios, rachaduras ou trincas variam sua abertura em razão da carga piezométrica. Desse modo, quanto maior a pressão, maior a área do furo, e mais significativa é a vazão perdida no vazamento (TARDELLI FILHO, 2006, p. 471).

Brasil (2007a, p. 26) mostra que a relação entre a pressão média na rede e a vazão do vazamento foi teorizada por uma fórmula matemática apresentada na Equação 1.

$$\frac{Q_1}{Q_0} = \left(\frac{P_1}{P_0}\right)^{N1} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

Q_1 = Volume do vazamento final (m³/dia);

Q_0 = Volume do vazamento inicial (m³/dia);

P_1 = Pressão final (m.c.a);

P_0 = Pressão inicial (m.c.a);

$N1$ = Coeficiente da relação pressão x vazamento – Os

valores usuais são:

- 0,5 – Seção do tubo que não se altera com o vazamento (exemplos: tubos de ferro fundido e aço);
- 1,00 – Para uma avaliação simplificada;
- 1,15 – Para as condições gerais da rede distribuição de água de um setor, onde se misturam os materiais, trechos com ferro fundido, PVC, aço, Pead ou outro tipo de material;
- 1,5 – Seção do tubo que se altera com o vazamento (exemplos: tubos de PVC e Pead).

Na Tabela 2, Brasil (2004, p. 23) apresenta o resultado do cálculo para tubulações de ferro fundido e aço, mostrando uma relação da redução nas perdas físicas por vazamentos por reduções nas pressões de um sistema de abastecimento de água. Por exemplo, em um sistema de abastecimento de água com pressão igual a 70 m.c.a e 50% de perdas de água, a redução de pressão para 42 m.c.a, ou seja, 40% resultará em uma porcentagem de perdas de água no sistema igual a 38,5%.

Tabela 2 – Reduções de perdas físicas por reduções de pressões.

Redução da carga hidráulica (%)	Redução da perda de água (%)
20	10
30	16
40	23
50	29
60	37

Fonte: (BRASIL, 2004, p. 23).

Um aspecto relevante na gestão da pressão no sistema é em relação às oscilações de pressão durante os regimes transitórios que aumentam a vazão nos vazamentos existentes e

também a ocorrência de mais vazamentos e rompimentos de rede (LAMBERT, 2001, p. 11; COVAS; RAMOS, 2007, p. 57). Lambert (2001, p. 11) complementa que para a gestão da pressão deve-se setorizar o sistema de abastecimento de água, instalar válvulas redutoras de pressão, minimizar as oscilações de pressão e também controlar os níveis dos reservatórios e transbordamentos.

No que concerne a setorização, é recomendável definir áreas ainda menores denominadas Distrito de Medição e Controle (DMC), na qual é hidráulicamente delimitada por meio de fechamentos de registros, naturalmente por limites geográficos ou avenidas e cuja fonte de abastecimento de água seja mensurável (FARLEY et al., 2008, p. 56).

Destaca-se, a experiência da redução de perdas em um setor do Distrito Federal – DF com o gerenciamento da pressão do sistema. Após a instalação de uma válvula redutora de pressão o volume de água perdido passou de entorno de 6.100 m³/dia para 4.500 m³/dia, ou seja, diminuição em 26% (BRASIL, 2007a, p. 25).

Em relação ao controle ativo de vazamentos, ABNT (2012, p. 24) recomenda que programas de detecção e reparo de vazamentos sejam implementados com a finalidade de proteger a água potável de contaminações e de prevenir qualquer deterioração na eficiência hidráulica da rede. O conceito de setorização por DMC apresentado anteriormente, favorece a análise dos dados de medição e delimita a procura por vazamentos, sendo estes encontrados de forma mais rápida, conseqüentemente, diminui o volume total de água perdida (FARLEY et al., 2008, p. 54).

Os reparos nas redes de água devem ser realizados em um curto intervalo de tempo e com qualidade para que o vazamento não retorne e tenha-se retrabalho e também considerando a imagem da empresa perante a população (LAMBERT, 2001, p. 19). A normalização e treinamento da mão de obra são de suma importância nos serviços de reparo. Costa (2009, p. 5-6) apresenta as seguintes ações para padronização: (i) especificação dos materiais a serem utilizados nos reparos inspecionados e aprovados conforme a norma; (ii) procedimentos de execução padronizados; (iii) treinamento (os custos com treinamentos podem ser recuperados com a diminuição das ocorrências de

vazamentos e volumes perdidos) e (iv) fiscalização (além do acompanhamento dos trabalhos executados e correção de possíveis falhas, é de responsabilidade da fiscalização o cadastramento das mudanças ocorridas).

Segundo Tardelli Filho (2006, p. 496) as metas relativas ao intervalo de tempo entre o conhecimento do vazamento e o conserto do mesmo são variáveis em cada lugar. Em companhias de saneamento com boa gestão operacional, os tempos normalmente adotados variam de 10 e 24 horas.

Os intervalos de tempo dependem de condições internas da empresa, tais como, equipes bem treinadas, equipadas, emprego de materiais qualificados, sistemas de programação e controle de reparos de vazamentos, que possibilitam a definição dos roteiros das equipes, a aquisição e processamento de dados de campo e a baixa dos serviços executados, além de, um sistema de gerenciamento e controle de resultados. O intervalo de tempo é dependente de condições externas também como mecanismos de fácil comunicação entre a empresa de saneamento e a população.

A Agência Reguladora de Serviços de Saneamento Básico do Estado de Santa Catarina (AGESAN), por meio da Resolução nº 011/2011, na qual estabelece condições técnico-operacionais e procedimentos de fiscalização da prestação dos serviços públicos de água potável, dispõe no Art. 26º da resolução:

Art. 26º: Nos casos de rompimentos em distribuidores com diâmetro igual ou superior a 100 mm, a concessionária deverá dar início aos reparos, ou pelo menos estancar os vazamentos, no prazo de até 12 horas, contando a partir do momento em que, por qualquer meio, tenha conhecimento do fato. Tratando-se de distribuidores com diâmetro inferior a 100 mm, esse prazo será de até 48 horas (AGESAN, 2011).

A gestão da infraestrutura é referente às intervenções que podem ser feitas no sistema de distribuição de água para melhorar as condições hidráulicas dos tubos com alta incidência de incrustações acarretando em perdas de carga elevadas e prejudicando o abastecimento de água em algumas regiões e

também condições estruturais das tubulações, em que são substituídos os trechos com alta taxa de vazamentos. Em uma análise econômica, o remanejamento e a reabilitação de tubos é uma intervenção muito cara, por isso, alternativas técnicas e operacionais devem ser priorizadas (TARDELLI FILHO, 2006, p. 496-497).

Costa (2009, p. 7) apresenta também como gestão da infraestrutura a manutenção válvulas registros e hidrantes. A má conservação destes acessórios causa sérios problemas para as equipes de manutenção que dependem muitas vezes do fechamento de grandes áreas para a realização de um conserto, promovendo intermitência no abastecimento e reclamações por parte dos clientes. Ainda a manobra de registros pode originar transientes hidráulicos e os golpes provocam fadiga nos materiais e muitas vezes contribuem para o surgimento de novos vazamentos.

Como exemplo de gestão da infraestrutura pode-se citar as intervenções realizadas em uma área localizada no bairro São Miguel Paulista, no município de São Paulo no ano de 2013. Foram trocados 5,92 km de redes, correspondente a 75% do total de redes da área, e 754 ramais. A obra trouxe melhorias ao sistema de abastecimento, eliminando perdas de carga excessivas, garantido o atendimento pleno dos clientes, pois este era intermitente antes da obra, e reduzindo a quantidade de vazamentos. No ano de 2012, a área apresentou 22 e 70 vazamentos de redes e ramais prediais respectivamente. Já no ano de 2014, após as obras de melhorias os vazamentos reduziram para 4 e 10 de redes e ramais nessa ordem (SILVA JUNIOR; CABRAL, 2015).

3.2.2 Quantificação das perdas por vazamentos

A quantificação do volume de água perdido em um vazamento não é um parâmetro fácil de mensurar. Lambert et al. (2000) afirma que considerando infraestruturas em boas condições, setorizadas, com 50 m.c.a de pressão e com controle ativo de vazamentos a referência, para vazamentos visíveis, é 12,4 vazamentos de rede por 100 quilômetros (km) ao anos com vazão unitária de 12 m³/hora e duração de 3 dias e 0,6 vazamentos de rede/100 km/ano, 6 m³/hora e 50 dias de duração

para não visíveis. Já em ramais prediais a relação é de 2,25 vazamentos/1000 ramais/ano com vazão unitária de 1,6 m³/hora e duração de 8 dias para vazamentos visíveis e 0,75 vazamentos/1000 ramais/ano, 1,6 m³/hora e duração de 100 dias para vazamentos não visíveis.

Já Farley et al. (2008, p. 46) estima de forma um pouco diferente, em que um vazamento visível em uma rede de água demora em torno de um dia para ser consertado e perde aproximadamente 75 m³, já os vazamentos visíveis em ramais prediais o volume perdido é por volta de 25 m³ por dia, no entanto, um tempo médio de conserto de 14 dias.

Brasil (2007a, p. 49) recomenda avaliar as perdas por vazamentos por medição, ou seja, mediante um recipiente de volume conhecido durante um determinado tempo. Mas às vezes não é possível medir, assim a quantificação pode ser feita por meio das peças com vazamentos retiradas na circunstância do reparo. Para isso, é sugerida a utilização da fórmula geral para pequenos orifícios, representado na Equação 2 e simplificado na Tabela 3 a partir do diâmetro do orifício.

$$Q = C \times S \times \sqrt{2gh} \quad (\text{Equação 2})$$

No qual:

Q = vazão calculada no vazamento (l/s);

C = coeficiente de descarga, para orifícios em geral adota-se igual a 0,61 (AZEVEDO NETTO, 1998, p. 66);

S = área da fatura por onde escoo o vazamento (cm²);

g = aceleração da gravidade, igual a 9,8 (m/s²);

h = pressão medida no local do vazamento (m.c.a).

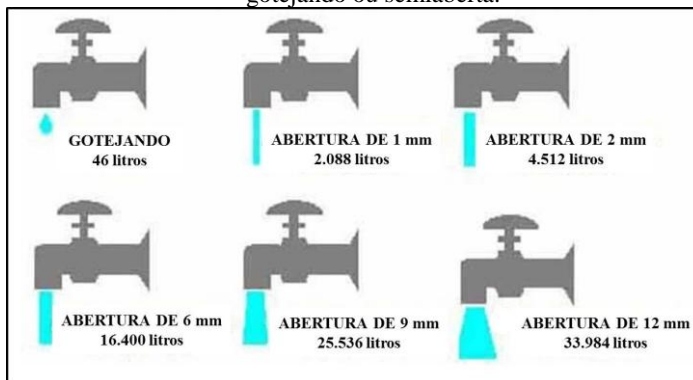
Tabela 3 – Vazão calculada do vazamento em litros por segundo a partir da pressão e do diâmetro equivalente do orifício.

H (m.c.a) D(m)	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
0,100	0,007	0,008	0,009	0,011	0,012	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016	0,016	0,017	0,018
0,125	0,010	0,013	0,015	0,016	0,018	0,020	0,021	0,022	0,023	0,024	0,026	0,027	0,028
0,150	0,015	0,018	0,021	0,024	0,026	0,028	0,030	0,032	0,034	0,035	0,037	0,038	0,040
0,175	0,020	0,025	0,029	0,032	0,035	0,038	0,041	0,043	0,046	0,048	0,050	0,052	0,054
0,200	0,027	0,033	0,038	0,042	0,046	0,050	0,053	0,057	0,060	0,063	0,065	0,068	0,071
0,225	0,034	0,041	0,048	0,053	0,059	0,063	0,068	0,072	0,076	0,079	0,083	0,086	0,089
0,250	0,042	0,051	0,059	0,066	0,072	0,078	0,083	0,088	0,093	0,098	0,102	0,106	0,110
0,275	0,050	0,062	0,071	0,080	0,087	0,094	0,101	0,107	0,113	0,118	0,124	0,129	0,134
0,300	0,060	0,074	0,085	0,095	0,104	0,112	0,120	0,127	0,134	0,141	0,147	0,153	0,159
0,325	0,070	0,086	0,100	0,111	0,122	0,132	0,141	0,150	0,158	0,165	0,173	0,180	0,186
0,350	0,082	0,100	0,116	0,129	0,142	0,153	0,163	0,173	0,183	0,192	0,200	0,208	0,216
0,375	0,094	0,115	0,133	0,148	0,163	0,176	0,188	0,199	0,210	0,220	0,230	0,239	0,248
0,400	0,107	0,131	0,151	0,169	0,185	0,200	0,214	0,226	0,239	0,250	0,262	0,272	0,282
0,425	0,121	0,148	0,170	0,191	0,209	0,225	0,241	0,256	0,269	0,283	0,295	0,307	0,319
0,450	0,135	0,165	0,191	0,214	0,234	0,253	0,270	0,287	0,302	0,317	0,331	0,344	0,357

Fonte: (BRASIL, 2007a).

Outra maneira de estimar o volume de água perdido em um vazamento é comparar, por exemplo, com uma torneira pingando ou semiaberta. DAEE (2012) expõe que uma torneira apenas gotejando pode representar um volume de água de até 48 litros diários, já com um filete de água de 2 mm esse volume passaria para 4.500 litros diários e quase quadruplicando esse valor (16.400 litros) com um filete de água de 6 mm. De forma semelhante, é apresentado por Dacach (1984, p. 72) na Figura 8.

Figura 8 – Estimativa de volume de água perdido em uma torneira gotejando ou semiaberta.



Fonte: (DACACH, 1984, p. 72).

3.3 SISTEMA DE INFORMAÇÃO

Um sistema de informação (SI) é uma infraestrutura que apoia o fluxo de informação internamente e externamente a uma empresa, constituído por pessoas, equipamentos, programas, procedimentos e métodos (SPERLING; SPERLING, 2012, p. 823). O objetivo é orientar a tomada de decisão assegurando a qualidade e a segurança dos dados e da informação. O SI em uma empresa é formado pela integração estruturada de 4 elementos, como: (i) a informação (dados formatados, textos, imagens e sons), (ii) as tecnologias da informação (*hardware* e *software* utilizados no suporte ao SI); (iii) os recursos humanos (pessoas que estão relacionadas com as atividades da empresa) e as (iv) práticas de trabalho (métodos utilizados pelas pessoas no desempenho de suas atividades (GOUVEIA; RANITO, 2004, p. 28).

3.3.1 Gestão da informação

Dado pode ser entendido como um registro em sua forma primária e, por si só, não conduz a uma compreensão de um determinado fato ou situação. A informação é produzida com base em dados atribuído de relevância, para transmitir conhecimento e permitir a tomada de decisão de forma otimizada. Para que os dados se transformem em informação útil, estes

precisam ser decodificados, organizados e contextualizados de acordo com as necessidades dos responsáveis pelo processo decisório. Para isso, tem-se o banco de dados que funciona como um sistema de armazenamento e acumulação de dados organizados e relacionados logicamente de forma a melhorar e facilitar o acesso aos dados e eliminar as redundâncias (BEUREN, 2000, p. 47; BEAL, 2004, p. 12; OLIVEIRA, 2004, p.36; CHIAVENATO, 2010, p. 505).

Os dados representam a base para a tomada de decisões confiáveis durante a análise de qualquer problema, portanto é importante se ter bem claro quais são os objetivos da coleta de dados (WERKEMA, 1995, p. 45). Um procedimento de coleta de dados eficaz pode simplificar muito a análise e levar a uma melhor compreensão da população ou processo que está sendo estudado. Montgomery e Runger (2011, p. 5) ilustram 3 métodos de coleta de dados: (i) um estudo retrospectivo utilizando dados históricos; (ii) um estudo observacional e (iii) um experimento projetado.

Os dados históricos são aqueles que já estão disponíveis na empresa, muitas vezes esses dados são registrados automaticamente durante a operação do processo (WERKEMA, 1995, p. 48). Montgomery e Runger (2011, p. 5) complementam que um estudo retrospectivo pode fornecer uma grande quantidade de dados, mas os dados podem conter relativamente pouca informação útil sobre o problema. Além disso, alguns dos dados relevantes podem estar ausentes, pode haver erros de transcrição ou de gravação, resultando em valores discrepantes (ou valores anormais).

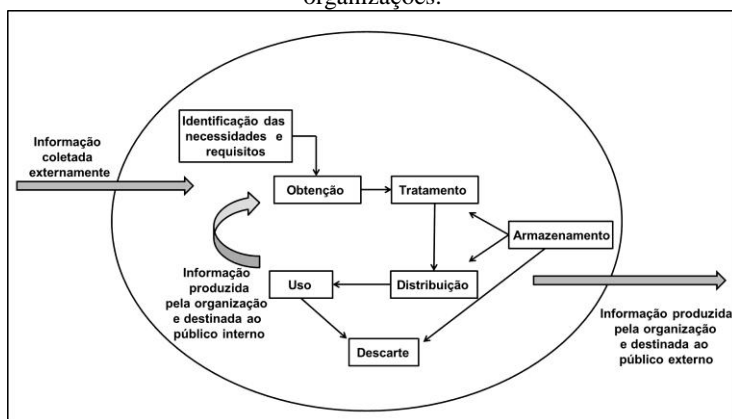
A informação permite a redução da incerteza na tomada de decisão. Ao passo que, a qualidade das decisões irá depender da qualidade da informação provida (BEAL, 2004, p. 21). Beuren (2000, p. 44) afirma que um dos maiores problemas da informação é o paradoxo qualidade *versus* quantidade. Assim, a informação é considerada de qualidade quando são relevantes, precisas, acessíveis, concisas, claras, quantificáveis e consistentes. Beal (2004, p. 27) completa que no caso da informação a quantidade excessiva é prejudicial ao desempenho, já que ultrapassa a capacidade humana de processamento.

Chiavenato (2010, p. 504) aponta outro desafio enfrentado pelas empresas que é o de transformar informações dispersas em

conhecimento produtivo. Apesar dos avanços tecnológicos, o maior obstáculo é a burocracia. O autor cita sobre a grande quantidade de papel que ainda é utilizado nas empresas, dificultando a compilação das informações.

Para proporcionar o valor estratégico da informação, precisa haver um processo coordenado de todas as etapas do gerenciamento da informação dentro da empresa. Essas etapas compreendem uma sequência de processos denominada fluxo da informação. Beal (2004, p. 29) ilustra na Figura 9 um fluxo de informação baseado nas seguintes etapas (i) identificação das necessidades e requisitos da informação; (ii) obtenção; (iii) tratamento e apresentação; (iv) distribuição e disseminação; (v) análise e uso; (vi) armazenamento e (vii) descarte da informação. Similar processo de gerenciamento da informação é apresentado também por Beuren (2000, p. 67).

Figura 9 – Modelo proposto para representar o fluxo da informação nas organizações.



Fonte: (BEAL, 2004, p. 29).

A etapa de identificação consiste em analisar as necessidades dos usuários da informação. A obtenção é a coleta da informação da fonte de origem ou de um banco de dados. A terceira etapa é o tratamento que se fundamenta na organização, formatação, estruturação, classificação, análise, síntese e apresentação com o propósito de tornar a informação mais acessível e fácil de localizar pelo usuário (BEUREN, 2000, p. 69-71; BEAL, 2004, p. 30-32).

Na etapa de distribuição e disseminação a informação é difundida para todos os interessados. Nessa fase é importante uma rede de comunicação dentro da empresa com qualidade, organização e eficiência. Ressalva-se que além da comunicação interna da empresa, são importantes os processos de distribuição da informação para o público externo de interesse (BEUREN, 2000, p. 69-71; BEAL, 2004, p. 30-32).

Ainda no modelo de fluxo de informação Beuren (2000, p. 69-71) e Beal (2004, p. 30-32) explicam a quinta etapa que é a análise e uso da informação que possibilita o aprendizado contínuo e o crescimento dos profissionais da empresa. A etapa de armazenamento é necessária para a conservação dos dados e da informação, permitindo o reuso da mesma. E o descarte da informação é a última etapa do processo, na qual a informação que não é mais útil é descartada obedecendo às normas legais, políticas operacionais e exigências internas e tem como objetivo melhorar o processo de gestão da informação, pois aumenta a rapidez e eficiência na localização da informação necessária.

3.3.2 Tecnologia da informação

A tecnologia da informação (TI) promove o uso de recursos tecnológicos e computacionais para coletar, armazenar, processar e acessar dados e informações, controlar equipamentos e processos de trabalho e conectar pessoas, funções, escritórios e organizações auxiliando na otimização das atividades da empresa, eliminando barreiras de comunicação e melhorando o processo decisório (BEAL, 2004, p. 17; GOUVEIRA; RANITO, 2004, p. 21-22).

As companhias de saneamento tem progressivamente utilizado ferramentas tecnológicas na gestão operacional de sistemas. Como exemplo, os processos de automação que podem estar presentes em varias etapas de um sistema de saneamento básico, desde medição de variáveis como nível, vazão e pressão como no processamento de dados para a geração de informações úteis para a operação e manutenção. Isso permite uma tomada de decisão mais rápida e em muitos casos podendo atuar de forma preventiva, já que cada dispositivo fornece em tempo real um indicativo do estado de funcionamento (SEIXAS FILHO, 2006, p. 4-5).

Seixas Filho (2006, p. 4-5) salienta que um sistema de saneamento básico sempre irá necessitar de equipamentos manuais, como exemplo, válvulas que devem ser manobradas no local. No entanto, os procedimentos manuais podem ser realizados de forma assistida. Mediante a utilização de um computador de mão, denominado PDA, abreviatura em inglês para *Personal Digital Assistants*, ou ainda conhecido como *palmtop*.

Outro exemplo de recursos tecnológicos é para as informações distribuídas no espaço (georreferenciadas) e no tempo, em que se utilizam ferramentas conhecidas como Sistema de Informações Geográficas, na qual a sigla é GIS da palavra em inglês *Geographic Information System*. O GIS, por meio da aplicação de *softwares*, propicia a manipulação de dados de diversas fontes, como mapas temáticos, imagens de satélites, cadastros, bem como faz a combinação desses dados, permitindo a análise sobre diferentes aspectos (CUTOLO; GIATTI; RIOS, 2012, p. 961-962).

3.3.3 Gestão de pessoas

Os funcionários de uma empresa, que vão desde o mais simples operário ao seu principal executivo, são vitais para a produção de um produto e/ou prestação de um serviço com qualidade (CHIAVENATO, 2010, p. 366). As pessoas que transformam a informação recebida em conhecimento e o conhecimento conduz à ação do desenvolvimento de novos produtos ou serviços, auxiliando nas tomadas de decisões, na formulação de estratégias, nas logísticas a serem adotadas entre outros (CHIAVENATO, 2010, p. 397). A manutenção de pessoas exige um conjunto de ações, entre os quais se evidencia os estilos de gerência, as relações com os empregados e os programas de higiene e segurança do trabalho que asseguram qualidade de vida na organização (CHIAVENATO, 2010, p. 436).

Para obter eficiência e eficácia no gerenciamento de pessoas, Chiavenato (2002, p. 71) apresenta algumas atitudes que podem melhorar a qualidade e a vantagem competitiva:

- **Admissões:** escolher as pessoas certas para fazer o trabalho;

- **Equipes de trabalho:** fazer as pessoas certas trabalharem juntas;
- **Treinamento:** esclarecer para as pessoas que o treinamento melhora as habilidades;
- **Empoderamento:** dar às pessoas toda informação, força e poder de que elas precisam para fazer a diferença. Tornar as pessoas responsáveis pelo serviço ao cliente e pela qualidade do produto/serviço;
- **Recompensas:** Recompensar as equipes baseado nos resultados de desempenho;
- **Cliente:** Levar a que os funcionários tenham contato com os clientes da empresa e utilizar o *feedback* para a melhoria contínua.

A informação possui importância e prioridade diferente para cada pessoa da organização. De acordo com a utilização dessa informação, é possível distinguir três níveis de responsabilidade: estratégico, tático e operacional, conforme mostrado na Figura 10 (GOUVEIA; RANITO, 2004, p. 16-17).

Figura 10 – Níveis de responsabilidade em uma organização.



Fonte: (GOUVEIRA; RANITO, 2004, p.17).

Gouveia e Ranito (2004, p.18) descrevem que no nível estratégico a informação é bem elaborada e suportam decisões de longo prazo, já no nível tático a responsabilidade é pela alocação de recursos e pelo estabelecimento do controle e da gestão de médio prazo e o nível operacional tem como atividade o controle

e execução das tarefas específicas de curto prazo. O grau de complexidade desse último nível é pequeno, mas constitui a fonte básica de geração dos dados e da informação para toda a organização. O fluxo de informação entre esses três níveis é importante para o desempenho da organização.

De uma forma geral, abrangendo todos os níveis hierárquicos, ABNT (2012 p. 26) recomenda que todos os funcionários de uma prestadora de serviço sejam qualificados para as tarefas a serem executadas e que assegure rotina de planejamento e avaliação de seus desempenhos. Convém que a gestão de recursos humanos da empresa seja responsável pelo fornecimento de treinamento e instruções adequados e suficientes para manter a qualificação dos funcionários.

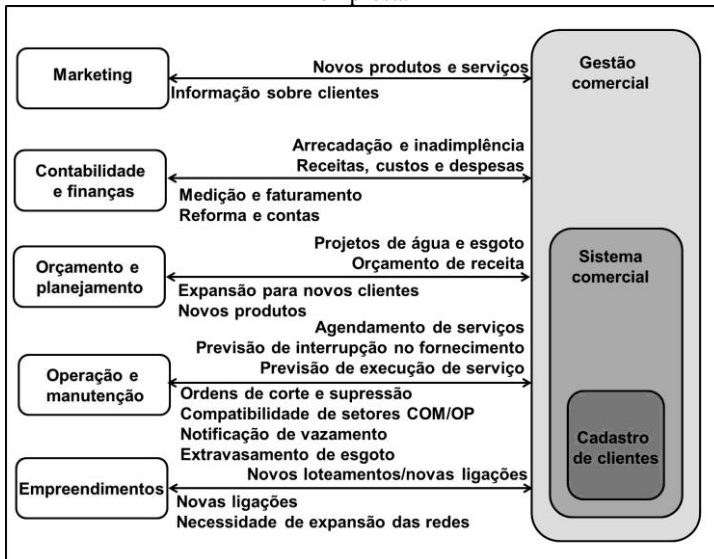
Além disso, ABNT (2012, p. 48) acrescenta sobre o dimensionamento das equipes, que o número de funcionários para cada atividade corresponda ao tipo e tamanho do serviço a ser realizado. Convém que seja considerada a indisponibilidade de pessoas por motivos de licenças de férias, licenças médicas e treinamento em serviços, bem como de pessoal necessário ao controle adequado de situações de falha de emergência.

3.3.4 Gestão comercial

As práticas de trabalho são as diversas funções de obtenção e manipulação dos dados e informação em uma empresa (GOUVEIA; RANITO, 2004, p. 25). Nas prestadoras de serviço de saneamento básico uma área importante relacionada com dados e informação é o setor comercial. Os processos comerciais fornecem e obtêm dados fundamentais para outros setores da empresa como a contabilidade, finanças, orçamento, planejamento, operação e manutenção, administração de empreendimentos e *marketing* (AMARANTE, 2012, p. 297).

A Figura 11 mostra as inter-relações da gestão comercial com as outras áreas da empresa. Por exemplo, é citada a área de operação e manutenção, na qual a compatibilidade dos setores comerciais e operacionais (COM/OP) é importante para o controle de perdas de água, visto que é utilizado o volume de entrada de água em um setor medido pelo macromedidor e o dados comerciais de micromedição do mesmo setor.

Figura 11 – Inter-relações da gestão comercial com outras áreas da empresa.



Fonte: (AMARANTE, 2012 p. 298).

Além da troca de informação, os processos comerciais devem proporcionar o atendimento necessário à melhora ou manutenção da satisfação do cliente e, conseqüentemente, da imagem da empresa (AMARANTE, 2012, p. 297). Esclarece-se que o cliente de uma prestadora de serviço de saneamento é aquele que recebe água e/ou é atendido pela rede de esgoto e são, geralmente, categorizados em:

- Clientes residenciais, que podem ser subdividido em “normais” que são sujeitos à tarifa plena, e “sociais” a tarifas com subsídios;
- Clientes comerciais, que podem ser subdivididos em razão do porte; podendo incluir ainda os clientes industriais ou considera-los em separado;
- Clientes públicos ou de utilidade pública;
- Ainda podem ser classificados em “clientes comuns” ou “grandes clientes” (AMARANTE, 2012, p. 300).

De acordo com Amarante (2012, p. 300-301) o atendimento ao cliente deve ser capaz de assistir todas as solicitações com relação à empresa, como exemplo, solicitações

de ligação de água e/ou esgoto, atendimento de reclamações em gerais, problemas operacionais (vazamentos, falta de água etc) e também orientar sobre qualquer situação relacionada com os serviços prestados pela empresa. A informação sobre algum problema na prestação do serviço ou reclamação é encaminhada, primeiramente, para o atendimento comercial, para depois chegar às demais áreas técnicas, operacionais ou da administração.

3.4 INDICADORES DE DESEMPENHO

A gestão de uma companhia de saneamento é fundamentada em um conjunto de dados gerais sobre a empresa, na qual gera informações para que se possam exercer os mecanismos de gestão, ou seja, tomadas de ações efetivas. As informações se traduzem normalmente em indicativos puros, tais como número de consumidores, quilometragem da rede, volume produzido, volume consumido, entre outros. As devidas relações destes indicativos puros são denominadas indicadores de desempenho (ID) e podem fornecer informações sobre o diagnóstico do sistema de abastecimento de água (SILVA; LUVISOTTO JUNIOR, 2002, p. 1).

Um indicador de desempenho é uma medida quantitativa de um aspecto específico do desempenho de uma empresa ou do seu nível de serviço. É um instrumento de apoio, de uma forma mais simplificada, do monitoramento da eficiência e da eficácia da empresa. A eficiência mede até que ponto os recursos disponíveis são utilizados de modo otimizado para a produção de um serviço e a eficácia é a medida do grau do cumprimento dos objetivos definidos de maneira específica e realista (ALEGRE et al., 2004, p. 4).

Molinari (2006, p. 57) acrescenta como definição de ID como uma simplificação dos aspectos mais relevantes e complexos da gestão de uma empresa e Silva e Sobrinho (2008, p. 47) na mesma linha, ressaltam que a principal qualidade dos indicadores de desempenho, é fornecer uma medida a qual, permita mesmo ao público não especializado entender a informação de maneira mais clara, concisa e simples, facilitando a tomada de decisão.

Ainda como conceito a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) define indicador como

“um parâmetro, ou valor derivado de parâmetros, que aponta, fornece informações e/ou descreve o estado de um fenômeno, ambiente ou área com um significado que se estende além daquele diretamente associado ao seu valor” (OECD, 2003, p. 5).

PEROTTO et al. (2008, p. 517) expõe que os ID devem abordar informações que são mais importantes e que podem influenciar a prestadora de serviço diretamente nas ações operacionais, de gestão, atividades, produtos e serviços. Em geral, os indicadores de desempenho devem ser capazes de: (i) avaliar as condições e tendências; (ii) comparar lugares e situações; (iii) avaliar as condições e tendências em relação aos objetivos e metas; (iv) fornecer informações de alerta prévio; e (v) antecipar condições e tendências futuras (GALLOPIN, 1997).

Os indicadores de desempenho são expressos por frações entre variáveis da mesma natureza sendo assim adimensionais, expressos em porcentagem ou ainda de natureza distinta, exemplo: número de ligações/extensão de rede (ALEGRE, et al., 2004, p. 4). Meadows (1998, p. 4) reúne os erros mais comuns na escolha de indicadores de desempenho, conforme apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Principais erros na escolha dos indicadores.

Erros	Comentários
1. Agregação exagerada.	Se muitos dados forem agrupados, a mensagem final pode ser indecifrável.
2. Medir o que é mensurável, ao invés de medir o que é importante.	Exemplo: A área coberta por floresta ao invés do tamanho, diversidade e saúde das árvores.
3. Depender de modelos falsos.	Exemplo: pensar que a taxa de natalidade reflete a disponibilidade de programas de planejamento familiar, quando, na verdade, reflete a liberdade da mulher em utilizar tais programas.
4. Falsificação deliberada.	Se um indicador apresenta resultados negativos, alguém pode tentar alterar, apagar ou mudar termos ou definições ou menos suprimir o resultado.
5. Desviar a atenção da experiência direta.	Percepções e experiências devem ser utilizadas na escolha e análise dos indicadores.
6. Excesso de confiança nos indicadores.	Sempre levar em consideração que os indicadores podem estar errados.
7. Incompletos.	Os indicadores não são o real sistema, podem deixar de apresentar detalhes relevantes.

Fonte: (MEADOWS, 1998, p. 4).

A metodologia de formação dos ID permite um ganho rápido em sensibilidade provendo meios unificados de diagnóstico, sendo uma valiosa ajuda para planejar, operar e reabilitar sistemas de distribuição de água (SILVA, 2003, p. 8). Além disso, constituem um instrumento fundamental de informar a todos os interessados sobre os níveis de serviço prestado ao longo do tempo (MOLINARI, 2006, p. 56). Para Silva e Sobrinho (2006, p. 145) os indicadores de desempenho tem como finalidade também subsidiar estratégias para estimular a expansão e a modernização da infraestrutura, de modo a buscar a sua universalização e a melhoria dos padrões de qualidade.

Conforme Alegre, et al. (2004, p. 9-10) a aplicação dos indicadores de desempenho constitui uma ferramenta fundamental para as empresas prestadoras de serviço uma vez que:

- Facilita uma melhor e mais oportuna resposta por parte dos gestores;
- Permite monitorar os efeitos das decisões da gestão de uma forma mais transparente;
- Fornecem informação chave aos gestores, permitindo reforçar uma abordagem proativa da gestão, comparativamente com a tradicional abordagem reativa;
- Permite destacar os pontos fortes e fracos dos diversos setores da companhia e assim apoiar a adoção de medidas corretivas, tais como a redistribuição de recursos, em particular recursos humanos, de modo a melhorar a produtividade e a modernizar os procedimentos e as rotinas tradicionais;
- Promovendo melhorias de desempenho entre outros.

As informações contidas no indicador de desempenho, inevitavelmente, fornecem uma visão parcial da realidade da gestão da empresa, não incorporando toda a sua complexidade. Assim, o seu uso descontextualizado pode levar a interpretações errôneas. A análise de indicadores deve ser sempre associada a um contexto com conhecimento de causa e das características mais relevantes do sistema e da região (ALEGRE et al., 2004, p. 5).

Alegre, et al. (2004, p. 7) propõe que a apresentação de resultados de desempenho seja sempre precedida de um grupo de informações explicativas destinadas a inserir cada situação no respectivo contexto. O grupo de informação explicativa contempla: (i) perfil da entidade gestora; (ii) perfil do sistema de abastecimento e (iii) perfil da região.

O perfil da entidade gestora pretende dar uma imagem da estrutura da organização. O perfil do sistema incide em especial nos volumes de água consumidos, nas características físicas, nos meios tecnológicos utilizados e nos clientes. Este perfil é tratado com maior detalhe porque contém também indicadores descritivos que são essenciais para a interpretação dos indicadores de desempenho. Finalmente, o perfil da região pode ser relevante para comparações entre prestadoras de serviço, visto que permite uma compreensão melhor do contexto demográfico, econômico, geográfico e ambiental (ALEGRE et al., 2004, p. 8).

Na aplicação dos ID deve-se adotar os critérios da materialidade, no qual estes devem ser relevantes, evitando, assim, manipular informações que não tenha uma incidência

efetiva no comportamento do setor analisado e o critério da consistência, ou seja, todos os indicadores devem ser relativos a um mesmo período de tempo, âmbito geográfico e a uma mesma população (MOLINARI, 2006, p. 58).

Ademais, existem dois obstáculos principais para a correta implementação e utilização dos ID: a confiabilidade dos dados primários e a exatidão em sua definição (SPERLING; SPERLING, 2012, p. 824). Ou seja, para que os ID sejam um fiel reflexo da realidade, é necessário que os dados que integram sua composição sejam os mais exatos e confiáveis possíveis (MOLINARI, 2006, p. 59). Perotto et al. (2008, p. 517) enfatiza que é importante avaliar a incerteza associada a dados primários para a formação dos indicadores e que estes só devem ser formados com dados de boa qualidade para uma correta interpretação.

Mediante o exposto, a confiabilidade da fonte de informação e a exatidão dos dados podem ser avaliadas conforme procedimentos normalizados de classificação da informação proposto pela entidade reguladora de serviços de água e esgotamento sanitário da Inglaterra e do País de Gales *The Water Services Regulation Authority* (OFWAT) (ALEGRE et al., 2004, p. 49). A exatidão de uma medição é a aproximação entre o resultado da medição e o valor verdadeiro da grandeza medida e a confiança até que ponto os resultados são consistentes e estáveis.

Este mesmo sistema foi adotado pela *International Water Association* (IWA) (ALEGRE et al., 2004, p. 50) e publicado pela ABNT (2012a) na qual estabelecem as diretrizes para a avaliação e melhoria dos serviços prestados de água e esgoto. Baseado no modelo proposto pela OFWAT, Molinari (2006, p. 62) apresenta a matriz de níveis de confiança, composto por um código alfanumérico que combina a margem de confiança e de precisão. O código apresenta dois dígitos: uma letra de A a D, que qualifica o grau de confiabilidade da informação e um número entre 1 e 6 que informa o nível de exatidão, ou seja, a porcentagem de erro previsto na medição realizada.

Assim, o grau de confiabilidade e os níveis de exatidão seguem as seguintes classificações, de acordo com Alegre et al. (2004, p.50), publicado por ABNT (2012a p. 66) e adaptado por Molinari (2006, p. 60-61):

- A: **Altamente confiável** (dados baseados em registros seguros, procedimentos, investigações ou análise que são devidamente documentados e reconhecidos como os melhores métodos de avaliação disponíveis);
- B: **Confiável** (quando falta parte da documentação, avaliação antiga, informes duvidosos ou são feitas algumas extrapolações);
- C: **Pouco confiável** (dados baseados na extrapolação de uma amostra limitada);
- D: **Muito pouco confiável** (dados baseados em informes verbais sem confirmação, inspeção ou análises iminentes).

Os níveis de exatidão são aplicados da seguinte maneira:

- 1: dados com menores erros de medição, menor igual a 1%;
- 2: dados com erros de medição maior que 1% e menor igual a 5%;
- 3: dados com erros de medição maior que 5% e menor igual a 10%;
- 4: dados com erros de medição maior que 10% e menor igual a 25%;
- 5: dados com erros de medição maior que 25% e menor igual a 50%;
- 6: englobam dados com erros de medição maiores que 50% até 100%.

A autora sugere que quando não se qualificar o nível de exatidão de um dado, deverá ser caracterizado como um erro superior a 100%, representando com um símbolo “X”. Na Tabela 5 é apresentada a matriz de níveis de confiança proposto por Molinari (2006, p. 62).

Tabela 5 – Matriz de níveis de confiança.

Níveis de precisão (%)	Níveis de confiança			
	A	B	C	D
[0;1]	A1	---	---	---
[1;5]	A2	B2	C2	---
[5;10]	A3	B3	C3	D3
[10;25]	A4	B4	C4	D4
[25;50]	---	---	C5	D5
[50;100]	---	---	---	D6

Fonte: (MOLINARI, 2006, p. 62).

Como exemplo da utilização da matriz de níveis de confiança, tem-se um banco de dados com registros antigos na qual foram feitas algumas extrapolações e o erro de medição é igual a 12%, com base na classificação do grau de confiabilidade, a fonte de dados pode ser avaliada como confiável, representada pela letra B, e a exatidão dos dados no intervalo de 10 a 25%, denotado pelo número 4. Com isso, consultando a Tabela 5, o código alfanumérico da confiabilidade e exatidão dos dados é B4.

A ABNT (2012a, p. 67) recomenda que a confiabilidade da fonte e a exatidão dos dados sejam avaliadas para cada variável de entrada no cálculo de indicadores de desempenho. Ademais, convém que os prestadores de serviço objetivem pelo menos um grau de confiabilidade considerado confiável e um nível de precisão de até 20%.

Em relação à adoção de indicadores de desempenho pelas prestadoras de serviços de saneamento no Brasil, a Lei nº 11.445/2007, na qual estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, institucionaliza o uso de indicadores de desempenho, preconizado no artigo 19º da Lei:

Art. 19º. A prestação de serviços públicos de saneamento básico observará plano, que poderá ser específico para cada serviço, o qual abrangerá, no mínimo:

...

I - diagnóstico da situação e de seus impactos nas condições de vida, utilizando sistema de indicadores sanitários, epidemiológicos, ambientais e socioeconômicos e apontando as causas das deficiências detectadas (BRASIL, 2007).

O Art. 9º, inciso VI, da Lei traz sobre o banco de dados para coleta de informações para o cálculo dos indicadores:

O titular dos serviços formulará a respectiva política pública de saneamento básico, devendo, para tanto, estabelecer sistema de informações sobre os serviços, articulado com o Sistema Nacional de Informações em Saneamento (BRASIL, 2007).

O Art. 53 da mesma Lei aponta 3 objetivos do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA):

Art. 53º. Fica instituído o Sistema Nacional de Informações em Saneamento – SINISA, com os objetivos de:

...

I - coletar e sistematizar dados relativos às condições da prestação dos serviços públicos de saneamento básico;

II - disponibilizar estatísticas, indicadores e outras informações relevantes para a caracterização da demanda e da oferta de serviços públicos de saneamento básico;

III - permitir e facilitar o monitoramento e avaliação da eficiência e da eficácia da prestação dos serviços de saneamento básico (BRASIL, 2007).

O SINISA utilizará o banco de dados do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS) criado em 1996 e coordenado pelo Ministério das Cidades (BRASIL, 2014). O SNIS criou e publica anualmente um glossário de termos e relações de indicadores, na qual constam os nomes, definições, unidades de medida das informações primárias e indicadores, além das fórmulas de cálculo desses últimos e definições complementares (MIRANDA, 2006, p. 78).

Para os serviços de água e de esgotos, os dados são atualizados anualmente para uma amostra de prestadores de serviços. Os dados para o SNIS são fornecidos voluntariamente pelos próprios prestadores de serviço e sofrem análise de consistência, contudo não são auditados. As informações coletadas são publicadas nos Diagnósticos dos Serviços de Água e Esgotos que tem como objetivo divulgar os indicadores calculados com base nestas informações (BRASIL, 2014).

Os indicadores calculados pelo SNIS com base nas informações primárias fornecidas pelos prestadores de serviço são apresentados no diagnóstico agrupados por famílias de mesma natureza:

- (i) Indicadores econômico-financeiros e administrativos;
- (ii) Indicadores operacionais – água;

- (iii) Indicadores operacionais – esgoto;
- (iv) Indicadores de balanço contábil;
- (v) Indicadores sobre qualidade dos serviços (BRASIL, 2014).

Na Tabela 6 são mostrados alguns indicadores de desempenho operacionais de água e de qualidade de serviços calculados pelo Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS) e relacionados com esse trabalho.

Tabela 6 – Indicadores de desempenho operacionais de água e qualidade dos serviços de abastecimento utilizados pelo SNIS.

Código	Indicador (unidade)
IN ₀₂₅	Volume de água disponibilizado por economia ((m ³ /mês)/economia)
IN ₀₄₉	Índice de perdas na distribuição (porcentagem)
IN ₀₅₁	Índice de perdas por ligação ((litro/dia)/ligação)
IN ₀₇₁	Economias atingidas por paralisações ¹ (economias/paralizações)
IN ₀₇₂	Duração média das paralizações (horas/paralização)
IN ₀₇₃	Economias atingidas por intermitência ² (economias/interrupções)
IN ₀₇₄	Duração média das intermitências (horas/interrupções)
IN ₀₈₃	Duração média dos serviços executados (hora/serviço)

Fonte: (BRASIL, 2014).

Notas: ¹paralisações: interrupções no fornecimento de água com 6 horas ou mais por problemas em qualquer unidade do sistema de abastecimento. Inclui interrupções decorrentes de reparos e quedas de energia.

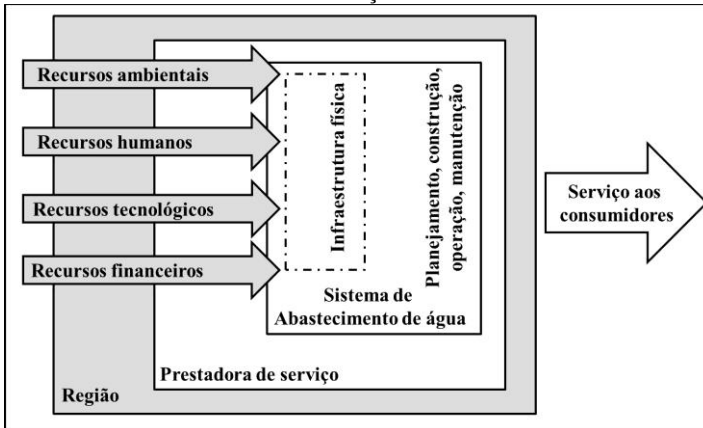
²intermitência: interrupção no fornecimento de água com 6 horas ou mais por problemas de produção, de pressão, subdimensionamento, manobra do sistema, entre outros que provoca racionamento ou rodízio.

No cenário internacional, há publicações de diversas entidades que versam sobre o uso de indicadores. A *International Water Association* (IWA) é a maior associação no que diz respeito a sistemas de abastecimento de água no mundo e tem como objetivo principal unificar critérios e definições para tornar mais compatíveis e comparáveis os estudos que se realizem em todo o mundo (MOLINARI, 2006, p. 68).

Alegre (1998, p. 10) descreve, de uma forma geral, um sistema de abastecimento de água como infraestruturas físicas

planejadas, construídas, operadas e mantidas pelas prestadoras de serviço com o objetivo de fornecer um serviço de qualidade satisfatória aos consumidores, mediante a utilização de recursos ambientais, humanos, tecnológicos e financeiros. Segundo a autora, esse conceito se aplica a qualquer grau de desenvolvimento de uma região e capacidade tecnológica de uma prestadora de serviço. E essa concepção constitui a base de organização dos indicadores de desempenho proposto pela IWA e esquematizado na Figura 12.

Figura 12 – Estrutura lógica de funcionamento de uma prestadora de serviço.



Fonte: (ALEGRE, 1998, p.10).

Assim, os indicadores de desempenho da IWA foram agrupados, conforme cita Alegre et al. (2004, p. 14), em:

- (i) Indicadores de recursos hídricos (WR);
- (ii) Indicadores de recursos humanos (Pe);
- (iii) Indicadores de infraestrutura (Ph);
- (iv) Indicadores operacionais (Op);
- (v) Indicadores de qualidade de serviço (níveis de serviço) (QS);
- (vi) Indicadores econômico-financeiros (Fi).

A Tabela 7 apresenta os indicadores de desempenho proposto pela IWA relacionados com recursos humanos, operação e manutenção de serviços de abastecimento de água e

qualidade de serviço. Em virtude da grande quantidade de indicadores é apresentado os ID relativos a esse trabalho.

Tabela 7 – Alguns indicadores de desempenho de recursos humanos, operação e manutenção e qualidade de serviços de abastecimento de água proposto pela IWA.

Código	Indicador (unidade)
Pe1	Empregados por ramal (nº/1000 ramais)
Op5	Reparações por controle ativo de vazamentos (nº/100 km/ano)
Op16	Reabilitação de rede (porcentagem/ano)
Op17	Renovação de rede (porcentagem/ano)
Op18	Substituição de rede (porcentagem/ano)
Op20	Reabilitação de ramais (porcentagem/ano)
Op23	Perdas de água por ramal (m ³ /ramal/ano)
Op24	Perdas de água por comprimento de rede (m ³ /km/dia)
Op27	Perdas reais por ramal (litro/ramal/dia)
Op31	Avarias em redes (nº/100km/ano)
Op32	Avarias em ramais (nº/1000 ramais/ano)
QS13	Interrupções de fornecimento ¹ (porcentagem)
QS14	Interrupções por ramal ¹ (nº/1000 ramais/ano)
QS25	Eficiência na reparação de ligações (dias)
QS26	Reclamações de serviço por ramal (nº de reclamações/1000 ramais/ano)
QS28	Reclamações sobre pressão (porcentagem)
QS29	Reclamações sobre a continuidade do serviço (porcentagem) ²
QS31	Reclamações sobre interrupções (porcentagem) ³

Fonte: (ALEGRE, et al., 2004).

Notas: ¹interrupções no fornecimento de água não planejadas com duração superior a 12 horas e também interrupções planejadas que exercem a duração prevista na notificação.

²interrupções de média ou longa duração no serviço em virtude da quantidade insuficiente ou qualidade insatisfatória da água de origem.

³interrupções de curta duração por causa de rupturas na rede de abastecimento ou a trabalhos de reparação.

3.4.1 Critérios de avaliação do serviço prestado

De acordo com ABNT (2012, p. 13) convém que os prestadores de serviços de água estabeleçam critérios de avaliação dos serviços relacionados aos objetivos da empresa. Montenegro, Sato e Timóteo (2012, p. 1091-1092)

complementam que a definição dos objetivos prioritários para os serviços dependerá das características do local, tais como aspectos socioeconômico, culturais e ambientais e das relações entre diversas partes interessadas na prestação dos serviços de abastecimento de água. Um mesmo objetivo ainda pode ser avaliado por diversos aspectos, por exemplo, infraestruturais, econômicos, ambientais, sociais entre outros.

Como exemplo de objetivo, pode-se citar a garantia de um abastecimento suficiente de água potável, agradável e segura e como possível critério de avaliação o atendimento das normas de saúde pública e de qualidade da água potável. Neste caso, o critério é baseado em requisitos legais e obrigatórios. Outro exemplo de objetivo de uma prestadora de serviço de água é garantir, em condições normais, a continuidade do abastecimento e como critério de avaliação a manutenção de uma pressão positiva superior aos requisitos mínimos (ABNT, 2012).

Com base nos critérios de avaliação, as prestadoras de serviço estabelecem metas de desempenho que podem ser obrigatórias ou autoestabelecidas. O papel do indicador de desempenho (ID) é expressar a distância entre os valores observados e os desejados nas metas. ABNT (2012, p. 31) complementa que na análise dos ID convém que as metas específicas para cada indicador sejam estabelecidas, monitoradas rotineiramente, controladas e ajustadas conforme necessidade.

O estabelecimento das metas de desempenho, interpretação e avaliação dos ID podem ser feitos por meio da comparação entre setores de uma mesma empresa, entre diferentes épocas do progresso da empresa, ou ainda, a empresa pode ser comparada com outras de mesma atividade, este processo de comparação é denominado *benchmarking* (MOLINARI, 2006, p. 57).

Quando há a comparação de indicadores relevantes relativos a diversos aspectos da gestão das empresas prestadoras de serviço similares, há o chamado *benchmarking* métrico, por meio desse é possível identificar as áreas de ineficiência da empresa e saber em que direção investir. Já o *benchmarking* denominado processos, foca em um processo específico das empresas comparadas, por exemplo, a área operacional apenas (MOLINARI, 2006, p. 57).

Para a realização do *benchmarking*, podem ser consultadas outras companhias de saneamento básico nacionais e

internacionais. No Brasil, uma referência importante é o Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS), conforme citado no item 3.4 (Indicadores de desempenho), na qual publica os ID calculados de acordo com os dados fornecidos pelas companhias de saneamento.

Na Tabela 8 são mostrados os indicadores de desempenho para algumas cidades brasileiras do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos do SNIS para o ano de 2013 e os ID selecionados são aqueles descritos na Tabela 6, exceto os ID IN_{073} e IN_{074} que não mostraram resultados. Salienta-se que os valores apresentados para o cálculo do indicador IN_{083} – duração média dos serviços executados (hora/serviço) considera serviços executados no sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário juntamente, com isso, não podem ser utilizados como comparação direta nesse trabalho (BRASIL, 2014).

As cidades e prestadoras de serviço de saneamento consultadas foram: Florianópolis operada pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN), onde está localizada a área de estudo desse trabalho, Santos operado pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), Rio de Janeiro operado pela Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE), Vitória operado pela Companhia Espírito-Santense de Saneamento (CESAN) e Recife operado pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), uma vez que são cidades litorâneas e com algumas características semelhantes a Florianópolis.

Tabela 8 – Indicadores de desempenho para as cidades de Florianópolis, Santos, Rio de Janeiro, Vitória e Recife.

Cidade (prestadora de serviço de saneamento básico)	Florianópolis (CASAN)	Santos (SABESP)	Rio de Janeiro (CEDAE)	Vitória (CESAN)	Recife (COMPESA)
ID (unidade)					
IN₀₂₅ ((m³/mês)/econ.)	20,91	22,44	39,09	25,61	31,57
IN₀₄₉ (porcentagem)	33,72	20,85	28,49	29,76	49,82
IN₀₅₁ ((litros/dia)/ligação)	612,82	417,19	804,28	621,74	513,69
IN₀₇₁ (econ./paralizações)	3.949	6.399		41.932	---
IN₀₇₂ (horas/paralizações)	8,24	25,06	12,00	8,91	---
IN₀₈₃ (hora/serviço)	0,92	115,42	190,30	21,30	5,44

Fonte: (BRASIL, 2014).

Nota: --- Não apresenta valor de cálculo.

Ademais, foi consultada, diretamente, a prestadora de serviço da cidade de Joaçaba/SC, Serviço Intermunicipal de Água e Esgoto (SIMAE), na qual utilizam indicadores de desempenho do SNIS e também da IWA. A Tabela 9 apresenta os ID para o sistema de abastecimento de água dessa cidade para os anos de 2009 a 2013.

O indicador QS26 – Reclamações de serviço por ramal (nº de reclamações/1000 ramais/ano), para o SIMAE de Joaçaba, refere-se à falta de água, água suja ou amarela. Esse indicador teve um aumento nos anos de 2012 e 2013, justificados pelas obras de esgotamento sanitário na cidade. O indicador QS25 - Eficiência na reparação de ligações (dias) é alusivo ao tempo total despendido desde a notificação da reparação do ramal até o restabelecimento do serviço e o SIMAE estipulou como meta 3 dias desde o ano de 2012. A empresa também utiliza o indicador da IWA QS13 – Interrupções de fornecimento (porcentagem), só que é registrado interrupções com duração superior a 6 horas e não ocorreram nos anos de referência (2009 a 2013) (FLEMING, 2014).

Tabela 9 – Indicadores de desempenho (ID) na empresa Serviço Intermunicipal de Água e Esgoto de Joaçaba/SC para os anos de 2009 a 2013.

ID	Op05 (nº/100 km/ano)	Op31 (nº/100 km/ano)	Op32 (nº/1000 ramais/ano)	QS26 (nº de reclamações/1000 ramais/ano)	QS25 (dias)
Ano					
2009	---	84,6	74,7	---	---
2010	---	76,7	66,5	6,6	4,9
2011	---	67,1	66,9	6,2	3,1
2012	113,8	108,6	54,5	11,7	3,1
2013	105,7	104,2	34,5	7,43	1,9

Fonte: (FLEMING, 2014).

Nota: --- Não apresenta valor de cálculo.

Para mais, outra empresa nacional consultada diretamente foi a Companhia de Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO), em que utiliza indicadores de desempenho operacionais para a verificação das tendências dos eventos de vazamentos para a tomada de decisão e ações de prevenção e melhorias. A Tabela 10 mostra os ID para a cidade de Porangatu no período de 2011 a

2014. Ressalva-se que o ID Pe1 refere-se ao número de empregados apenas na manutenção de água (MEDEIROS JUNIOR, 2015).

Tabela 10 – Indicadores de desempenho (ID) na Companhia de Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO) para a cidade de Porangatu nos anos de 2011 a 2014.

ID	IN₀₄₉ (%)	IN₀₅₁ (l/lig.dia)	Op31 (nº/100 km/ano)	Op32¹ (nº/1000 ramais/ano)	Op32² (nº/1000 ramais/ano)	Pe1 (nº/1000 Ramais)
Ano						
2011	22,76	106,53	45	31	67	0,47
2012	19,70	90,33	35	34	71	0,45
2013	20,75	92,49	48	27	52	0,37
2014	19,84	86,57	20	15	41	0,43

Fonte: (MEDEIROS JUNIOR, 2015).

Nota: Op32¹ – vazamentos em ramais prediais; Op32² – vazamentos em cavaletes.

Além de referências nacionais, varias entidades internacionais publicam o desempenho do sistema de abastecimento de água com base no uso de indicadores, tais como:

- *Water Services Association of Australia* (WSAA), por meio do relatório nacional de desempenho dos serviços públicos de água da Austrália;

- Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR) de Portugal, na qual publica o relatório anual dos serviços de águas e resíduos em Portugal – avaliação da qualidade do serviço prestado aos utilizadores;

- *Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de Las Américas* (ADERASA), que mediante a um Grupo Regional de Trabalho de *Benchmarking* (GRTB) publica anualmente um relatório sobre o desempenho de empresas prestadoras de serviços de água e esgotamento sanitário nas Américas;

- *Pacific Water and Wastes Association* (PWWA), em que publica anualmente um relatório de avaliação comparativa dos serviços públicos de água e esgoto de 22 companhias de saneamento da região do pacífico;

- *American Water Works Association* (AWWA), mediante o relatório de avaliação comparativa de indicadores de desempenho para companhias de água e esgoto dos Estados Unidos;

- *Water Services Regulation Authority* (OFWAT), na qual regula o serviço de água e esgotamento sanitário da Inglaterra e Países de Gales e divulga informações sobre a qualidade dos serviços prestados nesses países.

A *Water Services Association of Australia* (WSAA, 2014), no ano de referência 2012-13, para o indicador de desempenho Op31 – Avarias em redes (nº/100km/ano) apresentou um valor mínimo de 3 e máximo de 51 avarias por 100 quilômetros de rede diferindo conforme a prestadora de serviço no país. O indicador inclui redes de água potável e também não potável e exclui rompimentos causados por obras de melhorias e adutoras. Segundo o relatório, o valor é influenciado pelo tipo de solo, ocorrências de chuvas, material e idade da tubulação e condições operacionais do sistema.

Outro ID apresentado é o QS26 – Reclamações de serviço por ramal (nº de reclamações/1000 ramais/ano), esse indicador considera reclamações para serviços de água e esgoto juntamente. O valor máximo para o ano de referência foi igual a 119 reclamações por 1000 ramais, mas também igual a zero em algumas prestadoras de serviço do país (WSAA, 2014).

A WSAA (2014) apresenta um indicador de duração média de uma interrupção de fornecimento de água não planejada ou interrupções agendadas, no entanto, excede o prazo notificado, com unidade em minuto. Para o ano 2012-13 esse indicador apresentou um valor máximo de 308 minutos (5,1 horas). De acordo com o relatório, a duração média tem relação com a dimensão do evento que causa a interrupção, profundidade e localização da tubulação que tem o vazamento, o número de funcionários a disposição para o conserto e a distância que eles estão do local da ruptura.

O relatório de serviços de águas e resíduos de Portugal, para o ano de 2013, mostra o indicador de desempenho Op31 – Avarias em redes (nº/100km/ano) para serviços denominados em baixa, ou seja, apenas o sistema de distribuição de água até o cliente, com valor médio igual a 41 e com ocorrências pontuais de acima de 300 avarias por 100 quilômetros de rede. Segundo uma avaliação da entidade valores entre 30 e 60 é considerada de qualidade de serviço mediano e acima de 60 qualidade de serviço insatisfatória (ERSAR, 2014).

O ID Pe1 – Empregados por ramal (nº/1000 ramais), também é apresentado no relatório de Portugal. O indicador pretende avaliar a adequação dos recursos humanos ao seu volume de atividade. Nota-se que o ID considera apenas funcionários efetivos, ou seja, não incluem terceirizados. Para áreas predominantemente urbanas o relatório conceitua como qualidade de serviço boa 2 a 3 funcionários por 1000 ramais, mediana de 1,5 a 2 ou 3 a 3,5 e insatisfatória de 0 a 1,5 ou acima de 3,5 funcionários por 1000 ramais. A média para o país nesse ID ficou em 4,3 empregados por 1000 ramais em áreas predominantemente urbanas, considerada de qualidade de serviço insatisfatória (ERSAR, 2014).

Ainda no relatório de serviços de águas e resíduos de Portugal, pode ser visto o indicador QS14 – Interrupções por ramal (nº/1000 ramais/ano) com um valor médio igual a 0,9 e um

valor pontual máximo de 26,5 interrupções no abastecimento por 1000 ramais para os serviços em baixa e o resultado é classificado pela entidade como um serviço bom se considerado a média e insatisfatório para valores acima de 2,5. Entretanto, é notada uma grande dificuldade de reporte da informação pelas empresas, em particular, nas áreas predominantemente rurais (ERSAR, 2014).

A *Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de Las Américas* (ADERASA), no relatório referente ao ano de 2012, apresenta o indicador de desempenho Op31 – Avarias em redes (nº/100km/ano) com maior resultado para *Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales* (IDAAN) do Panamá igual a 382 avarias para cada 100 quilômetros de rede e menor valor para *Servicio de Agua Potable y Alcantarillados de Lima* (SEDEPAL) no Peru igual a 14 avarias para cada 100 quilômetros de rede (ADERASA, 2013).

Outra empresa peruana que mostrou resultado para esse ID foi a *Empresa de Prestadora de Servicios de Saneamiento de Lambayeque* (EPSEL) sendo igual a 143 avarias para cada 100 quilômetros. O *Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados* (AYA), na Costa Rica, apresentou um valor igual a 236 avarias/100 km/ano (ADERASA, 2013).

Nenhuma empresa brasileira respondeu para esse indicador de desempenho no ano de referência de 2012. No entanto, no relatório do ano anterior (2011), 2 empresas nacionais apresentaram resultados para o ID Op31, sendo essas a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) e Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) com valores iguais a 963 e 153 avarias para cada 100 quilômetros de rede respectivamente (ADERASA, 2012).

O ID QS26 – Reclamações de serviço por ramal (nº de reclamações/1000 ramais/ano), para o ano de 2012, a Empresa peruana EPSEL foi a que apresentou o maior valor igual a 530 reclamações de serviços por 1000 ramais e a empresa SEDEPAL, também peruana, exibiu o menor número de reclamações igual a 90 para cada 1000 ramais. A Empresa AYA da Costa Rica e a IDAAN do Panamá expressaram um valor igual a 200 e 100 reclamações por 1000 ramais nessa ordem.

A Empresa brasileira Companhia de Águas e Esgoto do Ceará (CAGECE) apontou um valor igual a 222 reclamações para

cada 1000 ramais e consultando o relatório do ano anterior (2011) mais 2 empresas nacionais mostraram resultados para esse ID: COPASA e COMPESA iguais a 229 e 63,3 reclamações por 1000 ramais respectivamente (ADERASA, 2012;2013).

Outro ID mencionado em ADERASA (2013) é o Pe1 - Empregados por ramal (nº/1000 ramais). O maior número é apresentado pelo Instituto AYA, na Costa Rica igual a 6,48 empregados por 1000 ramais. A empresa panamenha IDAAN mostrou um resultado igual a 5,13/1000 ramais e as empresas peruanas EPSEL e SEDEPAL iguais a 2,51 e 1,73 empregados para cada 1000 ramais respectivamente.

A única empresa brasileira listada nesse ID para o ano de 2012 é a CAGECE com valor igual a 1,04 empregados para cada 1000 ramais. No relatório com ano de referência 2011 a COPASA, COMPESA e a CAGECE também apresentam cálculo para esse ID, sendo iguais a 3,17 e 1,82 e 2,66 empregados para cada 1000 ramais respectivamente. No cálculo desse ID não é considerado as ligações de esgoto e os funcionários de empresas terceirizadas (ADERASA, 2012;2013).

A Tabela 11 apresenta um resumo dos valores de indicadores de desempenho apresentados pela WSAA da Austrália, ERSAR de Portugal e ADERASA das Américas.

Tabela 11 – Resumo dos ID mencionados para as entidades WSAA, ERSAR e ADERASA.

ID	Pe1 (nº/1000 ramais)	Op31 (nº/100 km/ano)	QS14 (nº/1000 ramais/ano)	QS26 (nº de reclamações/1000 ramais/ano) ¹
Entidades				
WSAA (2012-13)	---	51	---	119
Máximo				
ERSAR (2013)				
Máximo/Média	---/4,3	336/41	26,5/0,9	---
CAGECE				
(ADERASA - 2012)	1,04	---	---	222
COPASA				
(ADERASA - 2011)	3,17	963	---	229
COMPESA				
(ADERASA - 2011)	1,82	153	---	63,3
IDAAN				
(ADERASA - 2012)	5,13	382	---	100
SEDEPAL				
(ADERASA - 2012)	1,73	14	---	90
EPSEL				
(ADERASA - 2012)	2,51	143	---	530
AYA				
(ADERASA - 2012)	6,48	236	---	200

Fonte: (WSAA, 2014), (ERSAR, 2014), (EDERASA, 2012) e (EDERASA, 2013).

Nota: ¹reclamações referentes ao sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

--- Não apresenta valor de calculo.

3.5 CONTROLE DA QUALIDADE TOTAL

O controle da qualidade total é um sistema administrativo aperfeiçoado no Japão após a Segunda Guerra Mundial. Este sistema é conhecido pela sigla TQC (*Total Quality Control*) e é baseado na participação de todos os setores da empresa e de todos os empregados no estudo e condução do controle da qualidade. Portanto, qualidade está diretamente associado à satisfação do cliente interno a empresa e externo: qualidade do produto ou serviço, qualidade da rotina da empresa (previsibilidade e confiabilidade em todas as operações), a qualidade do treinamento, a qualidade da informação, a qualidade das pessoas, a qualidade da administração, a qualidade do sistema etc (DEMING, 1990, p. 132; CAMPOS, 1992, p. 13; ISHIKAWA, 1993, p. 43).

O controle da qualidade compreende em um sistema gerencial que parte do reconhecimento das necessidades das pessoas, estabelece padrões para o atendimento destas necessidades, visa manter os padrões e melhorar continuamente (CAMPOS, 1992, p. 13). Ishikawa (1993, p. 57) acrescenta que os padrões são fixos na medida em que precisam chegar à padronização e à uniformidade, mas não se pode permitir a rigidez da padronização, estes devem ser constantemente revistos. O slogan do autor é *“Se os padrões e os regulamentos não são revistos em seis meses, isto prova que ninguém está usando-os seriamente”*.

3.5.1 Ferramentas de qualidade

Nos dias atuais, o fator qualidade nas organizações se tornou não apenas uma questão de escolha, mas um fator de sobrevivência em um mercado atual altamente globalizado, em que as empresas que a praticam obtêm a preferência do mercado (FERREIRA et al., 2010, p. 2). As ferramentas de gestão da qualidade e de melhoria contínua surgem para uma aplicação eficaz de metodologias para a solução de problemas nas empresas (RIBEIRO NETO, 2012, p. 1). O uso das ferramentas tem o objetivo de facilitar a execução das funções, além de dar agilidade e evitar desperdiçadores de tempo (ISHIKAWA, 1993).

Citam-se algumas ferramentas básicas do controle de qualidade encontradas na literatura:

- Folha de verificação;
- Diagrama de pareto;
- Método G.U.T.
- Diagrama de causa e efeito;
- Histograma;
- Diagrama de dispersão;
- Gráfico de controle;
- Fluxograma;
- *Brainstorming*;
- 5W2H.

A maioria dos problemas existentes numa empresa poderá ser resolvida com o auxílio das ferramentas supracitadas, sendo que não existe uma receita adequada para saber qual a ferramenta que será usada em cada fase, depende basicamente do problema envolvido, das informações obtidas, dos dados históricos disponíveis, e do conhecimento do processo em questão em cada etapa (HOSKEN, 2012, p. A1).

3.5.1.1 Folha de verificação

A ferramenta de qualidade denominada folha de verificação é um formulário utilizado para facilitar e organizar o processo de coleta e registro dos dados e, posteriormente, facilitar uma análise dos dados obtidos (WERKEMA, 1995, p. 59). A autora cita alguns tipos de folhas de verificação: (i) para a distribuição de um processo de produção, (ii) para a classificação, (iii) localização de defeitos e (iv) identificação de causas defeituosas.

Os pré-requisitos para a construção da folha de verificação são identificar claramente o objetivo da coleta de dados, decidir como, quem e quando serão coletados os dados e definir o tamanho da amostra. Como vantagem da ferramenta tem-se o registro do dado no momento em que ele ocorre, facilidade da identificação da causa junto ao problema e sendo uma atividade simples de aplicar. A folha de verificação relaciona-se com a maioria das ferramentas, já que é um passo básico (HOSKEN, 2012, p. A27).

3.5.1.2 Diagrama de Pareto

Segundo Campos (1992, p. 199) o método de análise de Pareto permite dividir um problema grande num grande número de problemas menores que são mais fáceis de serem resolvidos, permite priorizar projetos e estabelecer metas concretas e atingíveis. O autor ainda cita o “Princípio de Pareto” que diz que *“muitos itens são triviais e poucos são vitais”*. Em outras palavras, o princípio estabelece que se for identificado, por exemplo, cinquenta problemas relacionados à qualidade, a solução de apenas cinco ou seis destes problemas já poderá representar uma redução de 80 ou 90% das perdas da empresa (WERKEMA, 1995, p. 76).

O princípio ainda coloca que um problema pode ser atribuído a um pequeno número de causas, logo se forem identificadas *as poucas causas vitais dos poucos problemas vitais*, eliminam-se quase todas as perdas por um pequeno número de ações (WERKEMA, 1995, p.76). Este princípio é conhecido pela proporção “80/20”, ou seja, é comum que 80% dos problemas resultem de cerca de apenas 20% das causas potenciais (HOSKEN, 2012, p. A4).

O gráfico de Pareto para efeitos dispõe a informação de modo que se torna possível à identificação dos principais problemas enfrentados pela empresa, relacionados com: (i) qualidade (exemplo: número de reclamações de clientes); (ii) custos (exemplo: custos de manutenção de equipamentos); (iii) entrega (exemplo: índice de atrasos de entrega); (iv) moral (exemplo: absenteísmo) e (v) segurança (exemplo: número de acidentes de trabalho) (WERKEMA, 1995, p. 84-85).

Já o gráfico de Pareto para causas aponta a informação de modo que se torna possível a identificação das principais causas do problema e estas causas fazem parte dos fatores que compõem um processo: (i) equipamentos (exemplo: desgastes, manutenção); (ii) insumos (exemplo: fornecedor, armazenamento); (iii) informações de processos ou medidas (exemplo: método de medição); (iv) condições ambientais (exemplo: temperatura); (v) pessoas (exemplo: idade, treinamento) e (vi) métodos ou procedimentos (exemplo:

informação, clareza das instruções) (WERKEMA, 1995, p. 85-86).

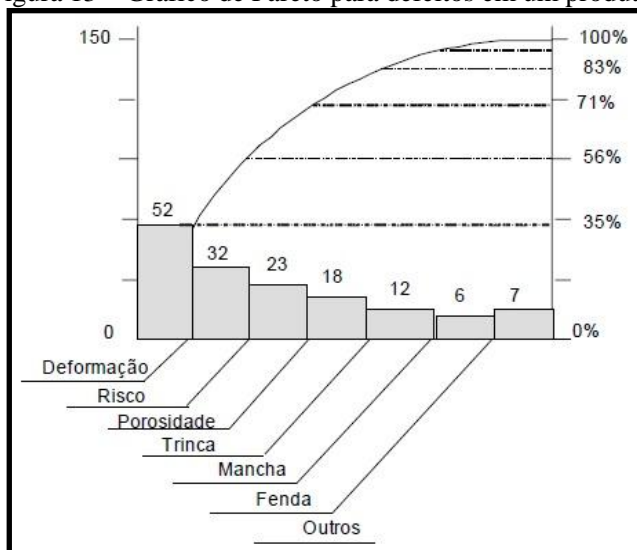
Como vantagem dessa ferramenta Hosken (2012, p. A27) menciona a rápida visualização dos 80% mais representativos, facilita o direcionamento dos esforços e pode ser usado varias vezes possibilitando um processo de melhoria contínua na empresa e como desvantagem é citada a tendência de não se trabalhar os 20% considerado triviais, com isso tem-se 80% de qualidade e não 100%.

Werkema (1995, p. 82) expõe como etapas para a coleta e preparo dos dados a definição do tipo de problema a ser estudado, relacionar os possíveis fatores de estratificação (categorias) do problema escolhido, estabelecer o método e o período de coleta de dados e elaborar e preencher uma lista de verificação.

Para a construção do gráfico de Pareto, primeiramente, deve-se traçar dois eixos verticais e um eixo horizontal. Em um dos eixos verticais é marcado com a escala de zero até o total da coluna quantidade da planilha de dados com identificação da variável representada, no outro eixo vertical é marcado com uma escala de zero a 100% e identificada como “porcentagem acumulada (%)”. O eixo horizontal é dividido em um número de intervalos igual ao número de categorias da planilha de dados, na mesma ordem e os intervalos são identificados. O gráfico de barras é construído utilizando a escala do eixo vertical representada pela variável em análise e depois é feito a curva marcando os valores acumulados (WERKEMA, 1995, p. 83).

Na Figura 13 pode-se observar um exemplo do gráfico de Pareto para defeitos em um produto. Werkema (1995, p. 89) e Hosken (2012, p. A27) ressaltam que é indesejável que a categoria “outros” tenha porcentagem muito alta, uma vez que isso ocorrer é provável que as categorias não estejam classificadas de forma adequada.

Figura 13 – Gráfico de Pareto para defeitos em um produto.



Fonte: (HOSKEN, 2012, p. A5).

3.5.1.3 Método GUT

A matriz de priorização de GUT (Gravidade x Urgência x Tendência) foi desenvolvida por Kepner e Tregoe em 1978 como uma ferramenta de qualidade utilizada para definir prioridades na solução de problemas. Gravidade é tudo aquilo que afeta os objetivos ou os resultados da empresa, do departamento ou da pessoa. A avaliação decorre do nível de dano que pode decorrer da situação. A urgência está relacionada com o tempo que se dispõe para resolver a situação analisada e que não cause um dano indesejável. Já a tendência representa o potencial de desenvolvimento do problema ao longo do tempo (OLIVEIRA, 2014, p. 127).

Para construir a matriz de priorização de GUT deve-se atribuir uma nota (1 a 5) para cada problema listado relacionado com a gravidade, urgência e tendência. Posteriormente, é necessário fazer a multiplicação dessas notas e estabelecer o grau de prioridade daquele problema, as maiores notas apontam os primeiros problemas a serem solucionados. A Tabela 12 mostra a relação entre as notas e a classificação de gravidade, urgência e

tendência. Por exemplo, um problema extremamente grave, urgentíssimo, e com altíssima tendência de piorar com o tempo, receberia a nota 5 para gravidade, 5 para urgência e 5 para tendência, fazendo a multiplicação ter a nota máxima de 125.

Tabela 12 – Matriz de priorização de GUT.

Nota	Gravidade	Urgência	Tendência
5	Extremamente importante	Ação bastante urgente (imediate)	Irá piorar rapidamente
4	Muito importante	Ação urgente	Irá piorar em pouco tempo
3	Importante	Ação relativamente urgente	Irá piorar
2	Relativamente importante	Pouco urgente	Irá piorar a longo prazo
1	Pouco importante	Pode aguardar	Não irá mudar

Fonte: adaptado de Oliveira (2014, p. 127 -128).

3.5.1.4 Diagrama de causa e efeito

O diagrama de causa e efeito, também conhecido como diagrama de Ishikawa e popularmente conhecido como “espinha de peixe” mostra a relação entre as características (problemas ou efeitos) e os fatores de causa. Em um sistema de controle de qualidade é preciso compreender o processo, que é uma coleção de fatores de causa e elaborar dentro daquele processo maneiras de melhorar o produto. O número de fatores de causa é infinito, no entanto, aqueles que realmente influenciarão os efeitos, não são muitos (ISHIKAWA, 1993, p. 65).

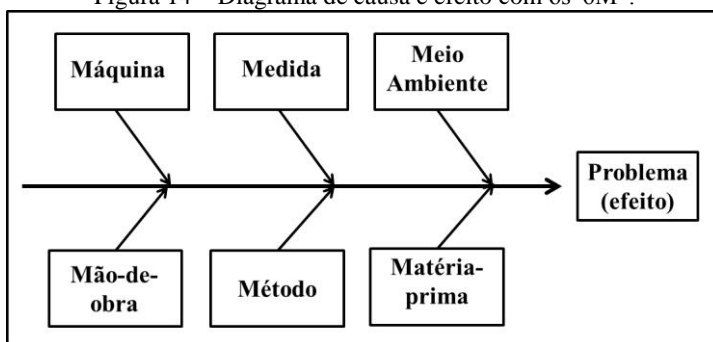
Um conjunto de fatores de causa é chamado processo e para que se tenham bons produtos e efeitos é preciso controlar esses fatores de causa (ISHIKAWA, 1993, p. 65). Na indústria, os fatores que constituem as causas primárias do problema são conhecidos como “fatores de manufatura” ou “6 M’s” (máquina, medida, meio ambiente, mão-de-obra, método e matéria prima) (HOSKEN, 2012, p. 7).

Para a construção de um diagrama de causa e efeito, primeiramente, deve-se definir a característica da qualidade ou o problema a ser analisado. Escreve-se esta característica da qualidade ou o problema dentro de um retângulo no lado direito de uma folha de papel e traça-se a espinha dorsal, direcionada da

esquerda para a direita até o retângulo (WERKEMA, 1995, p. 106; HOSKEN, 2012, p. A8).

As causas primárias potenciais devem ser escritas dentro de retângulos ligados diretamente ao eixo horizontal do diagrama. Para cada causa primária é identificado as subcausas que a afetam denominadas causas secundárias e para cada causa secundária é determinado às causas terciárias que afetam as causas secundárias. Depois são identificadas as causas que parecem exercer um efeito mais significativo sobre as características da qualidade ou problema (WERKEMA, 1995, p. 106, HOSKEN, 2012, p. A8). A Figura 14 ilustra um diagrama de causa e efeito com os “6M” da manufatura.

Figura 14 – Diagrama de causa e efeito com os “6M”.



Fonte: (HOSKEN, 2012, p. A8).

Para que o diagrama de causa e efeito possa ser realmente útil, o efeito (característica da qualidade ou problema) do processo considerado deve ser definido de forma concreta e para identificar as causas deve-se repetidamente formular e responder a pergunta: “Que tipo de variabilidade nas causas poderia afetar a característica da qualidade de interesse ou resultar no problema considerado?”. Convém evidenciar tanto as causas quanto o efeito devem ser mensuráveis (WERKEMA, 1995, p. 108).

Hosken (2012, p. A9) aponta como vantagem do diagrama de causa e efeito por ser uma ferramenta estruturada, que direciona os itens a serem verificados para que se obtenha a identificação das causas e possibilita ter uma visão ampla de todas as variáveis que interferem no bom andamento da atividade, auxiliando na identificação da não conformidade. E como

desvantagem dessa ferramenta tem-se a não apresentação de um quadro evolutivo ou comparativo histórico.

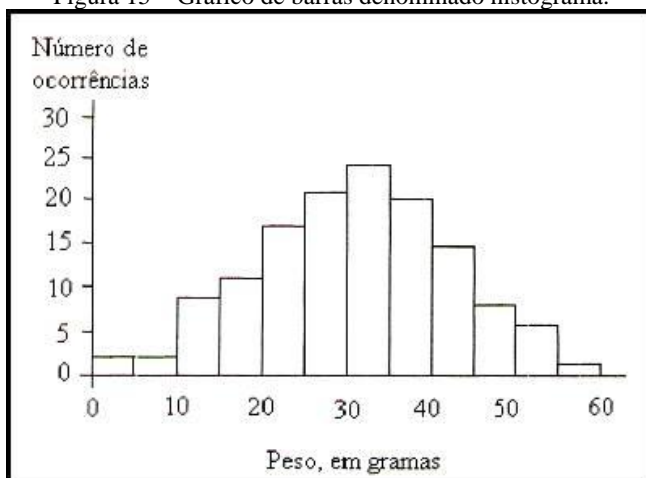
3.5.1.5 Histograma

Todos os dados resultantes de um processo de produção e/ou de serviço apresentam variabilidade. Se o processo estiver estável, a variação dos dados seguirá um padrão, o qual é denominado como distribuição. A ferramenta de qualidade chamada histograma é um gráfico de barras que tem como função facilitar a percepção das características gerais dessa distribuição por meio de uma grande quantidade de dados gerados (WERKEMA, 1995, p. 117-120).

O eixo horizontal do gráfico representa a variável de análise na qual é subdividida em vários pequenos intervalos e o eixo vertical denota o número de observações para cada intervalo determinado no eixo horizontal. Em resumo, o histograma permite a localização do valor central e da distribuição dos dados entorno deste valor central (WERKEMA, 1995, p. 117-120). E tem como vantagem uma visão rápida de análise comparativa de uma sequência de dados históricos (HOSKEN, 2012, p. A10).

Hosken (2012, p. A10) explica que para elaborar um gráfico histograma é aconselhável um número de dados (n) maior que 30. Já WERKEMA (1995, p. 121) recomenda um número de dados superior a 50 para que se possa obter um padrão representativo da distribuição. Após, calcular a amplitude da amostra (R) de dados (maior valor – menor valor), determinar o número de classes (K), que são os intervalos no eixo horizontal, estabelecido por bom senso, pela fórmula (\sqrt{n}) ou ainda por tabelas pré-estabelecidas. Calcular o comprimento de cada intervalo (H) pela relação amplitude da amostra (R) sobre número de classes (K), determinar o limite inferior e superior e a média de cada classe e por último a frequência de cada classe, ou seja, o número de observações (HOSKEN, 2012, p. A10). Na Figura 15 é apresentado um exemplo de um gráfico de barras denominado histograma.

Figura 15 – Gráfico de barras denominado histograma.



Fonte: (HOSKEN, 2012, p. A11).

3.5.1.6 Diagrama de dispersão

O diagrama de dispersão é um gráfico utilizado para avaliar o relacionamento existente entre duas variáveis, ou seja, qual o comportamento que ocorre em uma das variáveis, como consequência de alterações sofridas pela outra variável (WERKEMA, 1995, p. 175-176; HOSKEN 2012, p. A12). Hosken (2012, p. A12) complementa que o diagrama de dispersão é uma etapa seguinte ao diagrama de causa e efeito, uma vez que mostra uma possível relação entre as causas e o efeito e verifica a intensidade do relacionamento entre as variáveis. O gráfico de dispersão apresenta no eixo horizontal a variável causa e no eixo vertical a variável efeito. Para a construção do gráfico, normalmente, é utilizado um *software* estatístico (WERKEMA, 1995, p. 175-176; HOSKEN 2012, p. A12).

3.5.1.7 Gráfico de controle

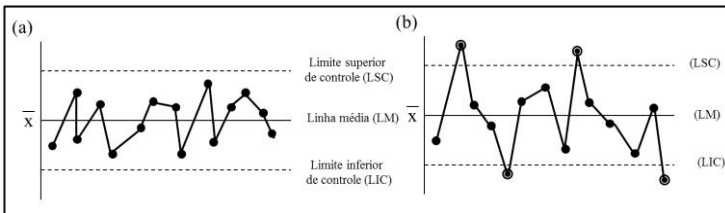
A variação de dados em um processo produtivo ou de serviço é inevitável, em razão de diferenças entre máquinas, mudanças nas condições ambientais, variações de matérias-primas entre outras. Com isso, os gráficos de controle são

ferramentas para monitorar a variabilidade e avaliar a estabilidade de um processo ao longo do tempo. A importância desse acompanhamento é a manutenção da qualidade do produto e/ou do serviço (WERKEMA, 1995, p. 197).

A variabilidade dos dados podem ser por causas comuns ou aleatórias, neste caso o processo está sob controle estatístico, apresentando comportamento estável e previsível. Ou ainda, por causas especiais ou assinaláveis, à vista disso o processo está fora do controle estatístico. Como possíveis causas da ocorrência de pontos fora dos limites de controle tem-se resultados de erros de registro de dados, cálculo ou de medição, instrumento descalibrado, alguma ação incorreta realizada pelo operador ou mesmo defeito nos equipamentos (WERKEMA, 1995, p. 198).

Werkema (1995, p. 199-200) descreve que o gráfico de controle é composto pela linha média (LM) de variabilidade sob a atuação das causas de variação aleatória e os limites de controle inferior (LIC) e superior (LSC) da linha média. Portanto, os valores traçados no gráfico entre os limites estão sob controle estatístico. A Figura 16 (a) mostra todos os pontos no gráfico dentro do limite de controle e (b) alguns pontos estão fora do limite de controle, deste modo, o processo não apresenta um desempenho estável e as causas da variabilidade devem ser localizadas e eliminadas.

Figura 16 – Gráficos de controle. (a) Processo sob controle. (b) Processo fora do controle.



Fonte: (WERKEMA, 1995, p 200.)

3.5.1.8 Diagrama de fluxo

O fluxograma é uma representação esquemática do fluxo das várias operações de um processo. Esta ferramenta facilita a visualização das diversas etapas que compõem um determinado processo de forma resumida, favorecendo a

identificação de oportunidades de melhorias e no desenvolvimento do conhecimento sobre o processo por todos os membros da equipe (HOSKEN, 2012, p. A16-A17). CAMPOS (1992, p. 55) acrescenta que o fluxograma é fundamental para a padronização e, por conseguinte, para o entendimento de todo o processo e deve ser elaborado de forma participativa por todas as pessoas que ali trabalham.

3.5.1.9 *Brainstorming*

A filosofia básica do *Brainstorming* é deixar vir à tona todas as ideias possíveis sobre um problema sem nenhuma forma de julgamento durante a exposição pelos membros do grupo. Na utilização dessa ferramenta, quantidade gera qualidade, visto que quanto mais ideias surgirem, maiores serão as chances de encontrar as possíveis causas do problema (HOSKEN, 2012, p. A18).

3.5.1.10 5W2H

A sigla 5W2H denota as iniciais em inglês dos seguintes pronomes interrogativos: *what* (o quê ou o qual?), *who* (quem?), *when* (quando?), *where* (onde?), *why* (por quê?), *how* (como?) e muitas vezes é utilizado o *how much* (quanto?). A ferramenta de qualidade 5W2H é um documento estruturado de forma organizado com o objetivo de orientar e facilitar a identificação das causas raiz de um problema mediante perguntas sequenciais dos “porquês”. Essa técnica também facilita a visualização das diversas ações a serem realizadas e também responsabilidade de quem irá executar (HOSKEN, 2012, p. A20).

3.5.2 Ciclo PDCA

Método é uma palavra de origem grega e é a soma das palavras META (que significa “além de”) e HODOS (que significa “caminhos”). Portanto, método significa “caminho para se chegar a um ponto além do caminho”. O método é a sequência lógica para se atingir a meta desejada. A ferramenta é o recurso a ser utilizado no método. O ciclo PDCA, na qual cada letra corresponde a um termo do vocabulário americano: *Plan*

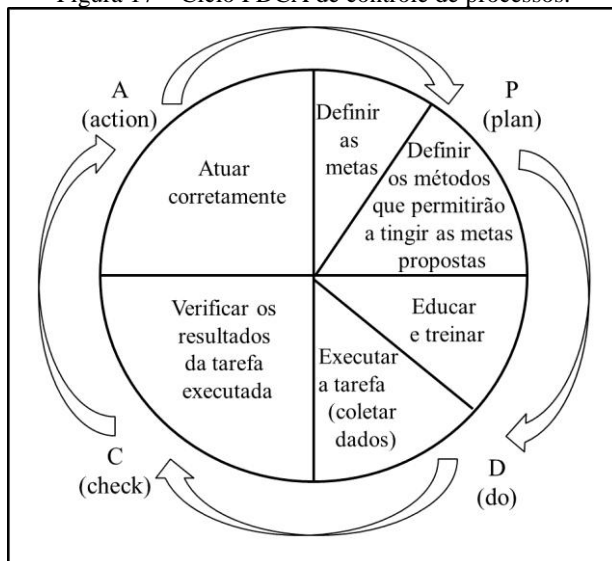
(Planejar); *Do* (Executar); *Check* (Checar); *Action* (Agir corretamente) é um método para a prática do controle e está relacionado com as ferramentas de qualidade com o objetivo de controlar o processo e pode ser utilizado para manter e melhorar as diretrizes de controle desse processo (CAMPOS, 1992, p. 29-31 e 209).

O PDCA, também conhecido como “ciclo de *Shewhart*” ou “ciclo de *Deming*”, foi desenvolvido pelo estatístico americano *Walter A. Shewhart*, da empresa de telefonia *Bell Telephone Laboratories*, como sendo um ciclo de controle estatístico do processo, que pode ser repetido continuamente sobre qualquer processo ou problema. Porém, esse método somente foi difundido na década de cinquenta pelo especialista em qualidade *W. Edwards Deming*, ficando mundialmente conhecido ao aplicar este método nos conceitos de qualidade em trabalhos desenvolvidos no Japão (WERKEMA, 1995, p. 10-13).

Os elementos do PDCA são apresentados na Figura 17 e também detalhados por Campos (1992, p. 19) e Hosken (2012, p. A22) como:

- **Plan (Planejamento):** fase do processo na qual é determinado como o problema será avaliado e resolvido mediante o estabelecimento de metas (na qual se quer chegar) e do método (o caminho a seguir);
- **Do (Execução):** fase do processo na em que a solução é implementada e são coletados os dados para a verificação do processo. Nessa fase é essencial o treinamento;
- **Check (verificação):** fase do processo na qual os resultados são avaliados de forma crítica, comparam-se os resultados alcançados com o planejamento (metas e métodos) e registrados os problemas encontrados;
- **Act (atuação corretiva):** fase do processo na qual as melhorias são obtidas e as ações futuras são planejadas de tal modo que o problema nunca volte a acontecer.

Figura 17 – Ciclo PDCA de controle de processos.



Fonte: (CAMPOS, 1992, p. 30).

Na Figura 17 pode ser verificado que existe um sentido a ser obedecido, que vai do "P" ao "A". Quanto mais informação (fatos, dados e conhecimento) for acrescentada ao método, maiores serão as chances de alcançar a meta e maior será a necessidade da utilização de ferramentas apropriadas para coletar, processar e dispor estas informações durante o giro no ciclo do PDCA (CAMPOS, 1992, p. 31).

3.5.3 MASP

O Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) é a denominação que o *QC-Story*, método de solução de problemas de origem japonesa, acabou sendo atribuída no Brasil. A respeito, aduz Campos (1992, P. 207) que as origens do *QC-Story* são basicamente duas: o PDCA como conceito e a metodologia científica como filosofia. O mesmo autor ainda afirma que o método é a seqüência lógica para se atingir a meta desejada e a ferramenta é o recurso a ser utilizado no método. O que soluciona problema não são as ferramentas, mas sim o método.

Campos (1992, p. 60) define o MASP como sendo um método de controle aplicado de forma sistemática contra uma situação insatisfatória com objetivo de melhoria contínua. A metodologia tem como objetivos a adoção de uma mesma linguagem facilitando e estimulando a comunicação e a troca de experiência entre grupos de melhoria (RIBEIRO BETO, 2014, p. 4). Essas situações são identificadas, eliminadas ou melhoradas, por meio de etapas pré-definidas. A estrutura de oito etapas é a mais conhecida e mais utilizada em grupos de melhoria e em círculos de controle da qualidade, conforme mostrado na Figura 18 e as etapas são associadas ao ciclo PDCA (CAMPOS, 1992, p. 211).

Figura 18 – Método de solução de problemas associado com o PDCA.

PDCA	FLUXO	ETAPAS	OBJETIVO
P	①	Identificação do problema	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância.
	②	Observação	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vistas.
	③	Análise	Descobrir as causas fundamentais.
	④	Plano de ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais.
D	⑤	Ação	Bloquear as causas fundamentais.
C	⑥	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo.
	N ?	(Bloqueio foi efetivo?)	
A	S ⑦	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema.
	⑧	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro.

Fonte: (CAMPOS, 1992, p. 211).

Cada etapa, para ser executada, necessita de uma ou mais ferramentas da qualidade e de pessoas envolvidas e responsáveis para que haja compreensão de como aplicar as soluções (FERREIRA et al., 2010 p. 3). As oito etapas mostradas são subdivididas em tarefas e essas subdivisões é o que caracteriza o MASP e o distingue de outros métodos menos estruturados de

solução de problemas. No Brasil, o método de Histoshi Kume é o mais utilizado, tornado popular por Campos (1992). A Tabela 13 mostra as etapas e tarefas descritas pelo método.

Tabela 13 – Resumo das etapas e tarefas descritas no MASP.

ETAPAS	TAREFAS	DESCRIÇÃO
Etapa 1: Identificação do problema	1	Escolha do problema
	2	Histórico do problema
	3	Mostrar perdas atuais e ganhos
	4	Fazer a análise de Pareto
	5	Nomear responsáveis
Etapa 2: Observação	1	Descoberta das características do problema mediante a coleta de dados
	2	Descoberta das características do problema por observação do local
	3	Cronograma, orçamento e meta
Etapa 3: Análise	1	Definição das causas influentes
	2	Escolha das causas mais prováveis (hipóteses)
	3	Análise das causas mais prováveis (verificação das hipóteses)
Etapa 4: Plano de ação	1	Elaboração da estratégia de ação
	2	Elaboração do plano de ação para o bloqueio e revisão do cronograma e orçamento final
Etapa 5: Ação	1	Treinamento
	2	Execução da ação
Etapa 6: Verificação	1	Comparação dos resultados
	2	Listagem dos efeitos secundários
	3	Verificação da continuidade ou não do problema
Etapa 7: Padronização	1	Elaboração ou alteração do padrão
	2	Comunicação
	3	Educação e treinamento
	4	Acompanhamento da utilização do padrão
Etapa 8: Conclusão	1	Relação dos problemas remanescentes
	2	Planejamento do ataque aos problemas remanescentes
	3	Reflexão

Fonte: (CAMPOS, 1992, p. 212-218).

Um problema em uma empresa é o resultado indesejável de um processo, portanto problema é um item de controle com o qual não se está satisfeito com o resultado (CAMPOS, 1992, p. 212). A identificação do problema é gerada a partir da meta de melhoria, na qual pode ser categorizada como meta “boa” – é aquela que surge a partir do plano estratégico da empresa e a meta “ruim” – é aquela proveniente de anomalias do sistema. Uma empresa que objetiva o alcance das metas “ruim” não agrega valor, já que apenas corrige algo que anteriormente foi mal feito (WERKEMA, 1995, p. 35).

Após estabelecer a meta e identificar corretamente o problema, deve ser feita uma análise do problema, etapa denominada de observação, para que as características do problema possam ser reconhecidas. Nessa etapa, é necessário fazer uma investigação das características do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista. Esta análise permite a localização do foco do problema (CAMPOS, 1992, p. 213; WERKEMA, 1995 p. 37).

A etapa seguinte, denominada análise, tem como objetivo a descoberta das causas fundamentais do problema relacionando com qualquer deficiência que possam existir no processo. Após essa análise, deve ser estabelecido o plano de ação (etapa 4), que é um conjunto de medidas com o objetivo de bloquear as causas fundamentais do problema (CAMPOS, 1992, p. 214-215; WERKEMA, 1995 p. 37).

Campos (1992, p. 215-218) e Werkema (1995, p. 37-39) definem a etapa 5, ação, como a etapa para bloquear as causas fundamentais do problema. Nessa fase são coletados os dados para utilização na etapa seguinte que é a verificação, em que é feita a confirmação da efetividade da ação de bloqueio adotada, se o bloqueio não for eficaz deve-se retornar a fase de observação, fazer uma nova análise e elaborar um novo plano de ação. Caso o bloqueio seja efetivo, resultando no alcance da meta, passa-se para a próxima etapa que é a padronização e conseguinte a etapa de conclusão, na qual é feito uma revisão das atividades realizadas e o planejamento para trabalhos futuros.

3.6 PRIORIZAÇÃO DE REPAROS DE VAZAMENTOS

A Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) estabeleceu uma metodologia para planejamento, programação e controle dos serviços de manutenção. O objetivo é reparar de forma mais ágil e com qualidade os vazamentos de água, a fim de reduzir e controlar as perdas reais de água e garantir a regularidade, confiabilidade e a qualidade da água distribuída ao consumidor final.

A priorização do serviço é feita via sistema considerando a ordem dos seguintes critérios: (i) Localização da ocorrência; (ii) tipo de serviço; (iii) dias de atraso; (iv) serviços reativados (reabertura do serviço pois não foi executado ou executado de forma inadequada) e (v) serviços reiterados (reclamação de um serviço já comunicado a COMPESA e que esteja fora do prazo) (SILVA, 2014).

A Tabela 14 apresenta as prioridades dos serviços (0 a 3) conforme o tipo de serviço e característica. Também é mostrado o prazo para a execução conforme a prioridade.

Tabela 14 – Tabela de prioridade dos serviços da COMPESA.

Prioridade	Descrição	Prazo	Característica	Tipo de serviço
0	Emergência	Início até 2h atendimento imediato	Envolve risco iminente de acidentes ou danos para pessoas e instalações. Acarretam desvio de recurso de atividades programadas.	Reparo de vazamentos em cavaletes, ramais e redes de água em caráter emergencial.
1	Urgência	Início até 24h atendimento rápido	Prioridade padrão para os serviços corretivos que não envolvem risco eminente. Não motivam desvio de recursos já programados para outras atividades.	Reparo de vazamentos em cavaletes, ramais e redes de água.
2	Normal	Início até 48h	Sem riscos, não motivam desvio de recursos já programados para outras atividades.	Troca de ligação de água e substituição de ligação de água.
3	Normal baixa	Início até 72h	Sem riscos. Serviços de manutenção preventiva.	Ligação de ramal de água, instalação de válvulas, descobrimento de registros e assentamento de redes.

Fonte: (SILVA, 2014).

A COMPESA terceiriza os serviços de manutenção e avaliação da contratada é realizado mediante o cálculo de 4 indicadores de desempenho, sendo esses:

- Tempo médio de atendimento (TMA) – peso de 30%;
- Serviços reiterados (REIT) – peso de 20%;
- Serviços reativados (REAT) – peso de 20%;
- Índice de satisfação do cliente (ISC) (Obs. um formulário é enviado ao cliente logo após o encerramento do protocolo) – peso de 30% (SILVA, 2014).

Se o resultado da média ponderada é igual ou maior a 95% o serviço da contratada foi satisfatório e não há a cobrança de multas, de 81 a 94% atendeu parcialmente ao solicitado e já há a cobrança de multa e abaixo de 80% não cumpriu com o solicitado (SILVA, 2014). Não se obteve os resultados dessa metodologia aplicados pela COMPESA.

Outra empresa de saneamento consultada foi a Companhia de Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO), na qual utiliza o Sistema Integrado de Prestação de Serviço e Atendimento ao Público (SIPSAP) para atender as demandas solicitadas pelo cliente e realizar os serviços de operação e manutenção preventiva e corretiva nas redes de distribuição e nos ramais prediais. O SIPSAP é um sistema de gestão capaz de dotar a empresa de modo sistemático e permanente de condições favoráveis para a melhoria da qualidade dos serviços prestados, mantendo o foco no cliente (MEDEIROS JUNIOR, 2015).

O sistema estabelece padrões para estruturação física, humana e ferramental. Por exemplo, nos distritos acima de 10.000 ligações o quantitativo de equipes e veículos é determinado pelas Equações 3 a 5. Ademais, a implantação do SIPSAP é condicionada a treinamentos e a existência de um atendimento ao cliente (MEDEIROS JUNIOR, 2015).

$$N^{\circ} \text{ de equipes} = \frac{\text{Tempo}_{\text{deslocamento}}}{TD - TNA} \quad (\text{Equação 3})$$

$$\text{Tempo}_{\text{deslocamento}} \equiv (QS \times TCD) + C \quad (\text{Equação 4})$$

$$C = QS \times TP \quad (\text{Equação 5})$$

Em que:

TP = tempo padrão para cada serviço;

QS = Quantidade de serviços diários;

TD = Tempo disponível (8 horas);

TNA = Tempo não administrável (20% de TD);

TCD = Tempo coeficiente de deslocamento (equipe 1 – 0,25 horas, equipe 2 – 0,34 horas e equipe 3 – 0,38 horas).

O sistema é avaliado pelo cálculo de 3 indicadores de desempenho (ID): (i) produtividade; (ii) eficiência de roteiro e (iii) desempenho. O ID produtividade permite o gerenciamento das horas produtivas das equipes, o ID eficiência de roteiro é a escolha do melhor trajeto para se chegar até o local de execução do serviço, obedecendo a melhor sequência de execução e visando percorrer o mínimo possível de quilômetros e o ID desempenho avalia as equipes no atendimento dos serviços nos prazos estabelecidos (MEDEIROS JUNIOR, 2015).

Segundo Medeiros Junior (2015) a performance das equipes na execução dos serviços também é avaliada mediante o cálculo de um indicador de desempenho que é a razão do tempo gasto pela equipe na execução e o tempo padrão (calculado por um tempo médio das equipes). Por exemplo, o tempo padrão de execução de vazamentos no cavalete é de 0,33 horas, ramal predial é de 0,67 horas e em redes de água 1,5 horas.

A priorização do serviço de reparo de vazamentos é feita pelo distribuidor do serviço com foco principal no prazo estipulado para execução e urgência do mesmo. O prazo para reparo em cavaletes, ramais prediais e redes de água estabelecidos pela SANEAGO é de 24 horas e a ordem é dada pelo peso do serviço, rede de água é peso 9, ramal predial peso 4 e cavalete peso 2 (MEDEIROS JUNIOR, 2015).

A meta de desempenho de atendimento das demandas do cliente é de 95% ao mês avaliado pelo índice de desempenho do SIPSAP. Esse índice é composto pelo cumprimento dos indicadores supracitados. No mês de junho de 2015, considerando todos os municípios atendidos pela SANEAGO, o índice SIPSAP foi de 85,6%. Além do indicador de prestação de serviço, os ID operacionais também são acompanhados pela Empresa, citado no item 3.4.1 (MEDEIROS JUNIOR, 2015).

Como referência internacional, o *website* da empresa de saneamento da cidade de Columbus no estado de Ohio nos Estados Unidos da América (EUA) informa que os consertos de vazamentos de redes são priorizados por meio de um sistema baseado na gravidade do vazamento, localização, redes de água que abastecem instalações críticas como hospitais, lares de idosos ou escolas, entre outros fatores e o prazo máximo de reparo é de 2 semanas (THE CITY OF COLUMBUS, 2015).

Ainda é comunicado no *website* da cidade de Columbus que o conserto de vazamentos em rodovias muito movimentadas pode ser concluído apenas nos finais de semana ou anoite quando o tráfego de veículos é menor. A companhia de saneamento tem um programa de reabilitação e substituição de redes de água antiga para diminuir o número de futuros vazamentos, além de um controle ativo para localizar vazamentos não visíveis (THE CITY OF COLUMBUS, 2015).

A entidade de água e esgoto do distrito de Columbia em Whashington, DC nos EUA também comunica de forma semelhante sobre a priorização dos reparos de rede de água em seu *website*. DC Water (2015) afirma que à medida que o clima se torna mais frio a quantidade vazamentos de água aumentam, isto se deve a expansão e contração da água dentro do tubo, corrosão da tubulação e condições do solo. A média da DC Water é de 400 a 500 rompimentos por ano e a maioria ocorre nos meses do inverno. A priorização é feita com base em alguns fatores, tais como, gravidade da ruptura, impacto para o cliente e para o ambiente, potenciais danos à propriedade pública ou privada e as condições de tráfego inseguras devido a inundações de ruas.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foram utilizados dados históricos de Autorização de Serviço (AS) relacionados com operação e manutenção da distribuição de água pertencente ao Sistema de Abastecimento de Água Costa Sul Leste (SCSL) operado pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) localizado na cidade de Florianópolis/SC. O período de análise de dados das AS foi de janeiro de 2009 a dezembro de 2013.

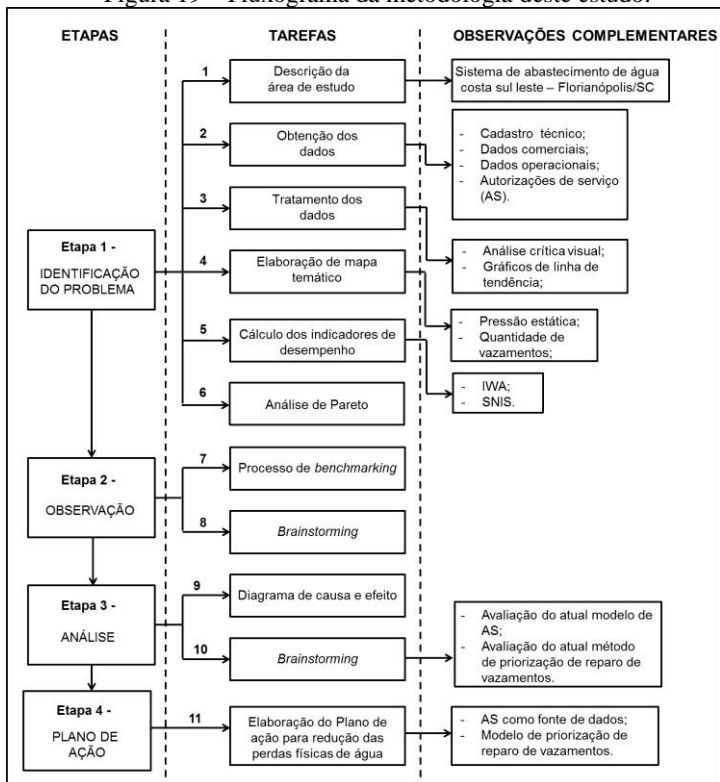
Por meio da série histórica das AS, foi realizado um diagnóstico da qualidade do serviço prestado na operação e manutenção do sistema de distribuição de água. As ocorrências observadas foram: consertos de cavaletes, ramais prediais e redes de água e falta de água e fornecimento de caminhão-pipa associando com a localização e frequência dos eventos e tempo para a solução dos ocorridos.

O cálculo de indicadores de desempenho preconizados pela bibliografia e a elaboração de mapa temático de pressão estática de rede ofereceram suporte ao diagnóstico do sistema. A análise e observação foram feitas com a aplicação de ferramentas de gestão da qualidade e de melhoria contínua e também por intermédio do processo de comparação denominado *benchmarking*.

Como produto final, foi elaborada uma proposta de utilizar a AS como fonte de dados de melhoria contínua no serviço prestado ao consumidor e um modelo de priorização de reparo de vazamentos visando o menor volume de água perdido no sistema de abastecimento de água.

A estruturação da metodologia foi feita por intermédio das etapas descritas no MASP – Método de Análise e Solução de Problemas, visto que o método apresenta uma sequência lógica para determinar as causas de um problema, atingir a meta desejada, verificar e padronizar a metodologia utilizada. Neste trabalho foi realizado as etapas de (i) Identificação do problema, (ii) Observação, (iii) Análise e (iv) Elaboração do plano de ação. Para uma melhor visualização da metodologia foi elaborado um fluxograma das etapas a serem realizadas, mostrado na Figura 19.

Figura 19 – Fluxograma da metodologia deste estudo.



Fonte: produzido pela própria autora.

4.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

4.1.1 Área de estudo

A cidade de Florianópolis, capital do Estado de Santa Catarina, possui uma área da unidade territorial de 672 km² com densidade demográfica de 627,24 hab/km² e altitude média de 25 metros acima do nível do mar. A população é composta de 421.240 habitantes sendo 97% concentrada na área urbana (BRASIL, 2010a). Florianópolis apresentou um crescimento de 19,2% desde o censo demográfico realizado em 2000, o equivalente a 6,7% da população do Estado de Santa Catarina e a capital é a 2ª cidade no *ranking* populacional catarinense.

Na avaliação dos setores produtivos da cidade, a prestação de serviços contribui com 85,5% do PIB (produto interno bruto) do município (SEBRAE, 2010). O turismo é um dos principais geradores de emprego e renda e é impulsionado pela beleza de seus recursos naturais, especialmente as praias.

O abastecimento de água do município de Florianópolis é feito pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) e atendem aproximadamente 81% da população residente da cidade e o restante da população é abastecida por soluções alternativas coletivas operadas por empresas privadas ou pela própria comunidade ou ainda por soluções alternativas individuais, de forma clandestina, não havendo um levantamento atualizado da situação dessas regiões (PMF, 2011).

O abastecimento de água operado pela CASAN na cidade é realizado por 3 sistemas: (i) Sistema Integrado de Abastecimento de Água da Região de Florianópolis (SIF); (ii) Sistema de Abastecimento de Água Costa Norte da Ilha de Santa Catarina (SCN); e (iii) Sistema de Abastecimento de Água Costa Sul Leste da Ilha de Santa Catarina. (SCSL).

A área em estudo é a região abastecida pelo Sistema de Abastecimento de Água Costa Sul Leste (SCSL) compreendendo os distritos de Armação do Pântano do Sul (denominado Setor 1), Ribeirão da Ilha (Setor 2), Campeche (Setor 3), Lagoa da Conceição (Setor 4) e Barra da Lagoa (Setor 5).

O bairro Carianos pertencente ao distrito Ribeirão da Ilha, no entanto, desde 2011, é abastecido pelo SIF. A manutenção e operação do sistema e as intervenções comerciais são de

responsabilidade da agência do SCSL desde 2011. Por isso, esse bairro será considerado no estudo, denominado de Setor 6. Localização dos distritos operacionais divididos por setores na Figura 20.

Segundo dados da CASAN (2013), até dezembro de 2013, o número de ligações de água atendidas pelo SCSL era de 32.587, o número de economias igual a 40.683 e população total atendida de 87.198 habitantes. Conforme já mencionado no item 3.1 (Sistema de abastecimento de água), cada ramal predial significa uma ligação de água que pode ter uma ou várias economias como exemplo em um prédio que apresenta um ramal predial (uma ligação) e cada apartamento é uma economia.

A captação de água é proveniente do manancial Lagoa do Peri e tratada na estação de tratamento de água (ETA) de mesmo nome, mostrada na Figura 20. Além da lagoa, 10 poços podem substituir ou incrementar a vazão de abastecimento em até 100 l/s, contudo, até o ano de 2013, apenas 3 poços funcionavam eventualmente na alta temporada de verão (CASAN 2013).

A macromedição do volume de água fornecido na saída da ETA Lagoa do Peri é anotada pelo operador da estação diariamente. A partir de junho de 2013 os dados estão disponibilizados online em um sistema supervisorio. Os poços de abastecimento de água não possuem macromedição, com isso, o valor da vazão de cada poço é estimado pela gerencia operacional em cada mês. A medição de pressão de água na saída da ETA Lagoa do Peri ainda é anotada pelo operador também diariamente e varia entorno de 70 m.c.a. A vazão total média anual distribuída no SCSL de 2009 a 2013 pode ser vista na Tabela 15.

Tabela 15 – Vazão total média anual distribuída no SCSL no período de estudo (2009 a 2013).

Ano	2009	2010	2011	2012	2013
Vazão total média (l/s)	160	167	188	192	201

Fonte: (CASAN, 2013).

O sistema de reservação do SCSL é composto por 3 reservatórios de jusante (R1 a R3) e 1 reservatório de montante (R4), os quais estão detalhados quanto a sua localidade, capacidade e cota topográfica na Figura 20 e Tabela 16. O recalque de água tratada a partir da ETA Lagoa do Peri é feito

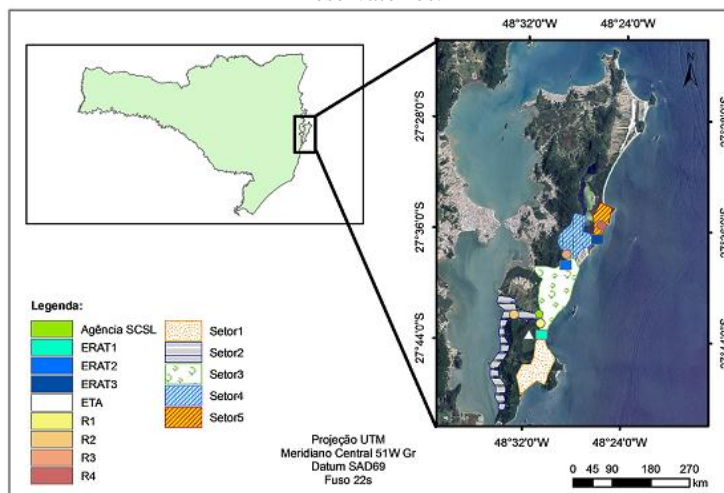
pela Estação de Recalque (ERAT 1). Ao longo do sistema de abastecimento de água existem outros dois recalques, um para o distrito Lagoa da Conceição (ERAT 2) e outro para o reservatório da Barra da Lagoa (ERAT 3), único reservatório de montante no sistema. A localização das estações de recalque pode ser observada na Figura 20.

Tabela 16 – Localidade, capacidade e cota topográfica dos reservatórios do SCSL.

Reservatório	Localidade	Capacidade (m ³)	Cota topográfica (m)
1	Morro das Pedras	5.000	69
2	Ribeirão da Ilha	1.000	53
3	Canto da Lagoa	2.000	72
4	Barra da Lagoa	1.000	78

Fonte: (CASAN, 2013a).

Figura 20 – Localização das áreas de estudo (setores), ETA, ERAT e Reservatórios.



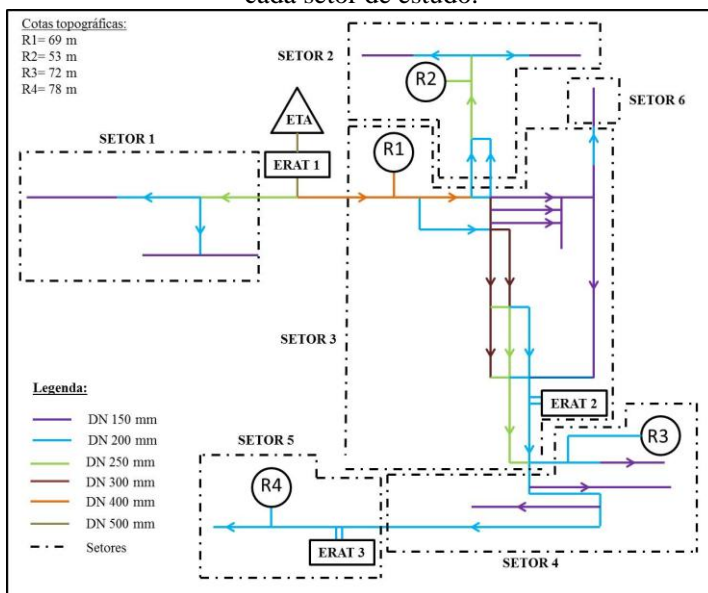
Fonte: produzido pela própria autora por meio do ArcMap.

A água tratada na ETA Lagoa do Peri é transportada por uma adutora de diâmetro (DN) 500 mm. Logo na saída da ETA a tubulação é bifurcada em uma adutora DN 250 mm para abastecer o distrito Armação do Pântano do Sul (Setor 1) e uma adutora de DN 400 mm para abastecer os outros setores. Dessa

última adutora, derivam 2 adutoras DN 200 mm que abastece o distrito do Ribeirão da Ilha (Setor 2) e mais duas adutoras DN 300 mm e 200 mm que abastece primeiramente o distrito de Campeche (Setor 3) e continua com uma adutora DN 250 mm para abastecer o distrito da Lagoa da Conceição (Setor 4). Após passar esse distrito uma tubulação em DN 200 mm abastece o distrito da Barra da Lagoa (Setor 5). O setor 6 foi abastecido pelo SCSL até 2011 por uma tubulação DN 150 mm, após esse ano o abastecido é feito pelo SIF.

A Figura 21 mostra um fluxograma esquemático das tubulações principais de abastecimento de cada setor de estudo. Ressalva-se que o fluxograma não está em escala. No Anexo A, em CD, são apresentadas as plantas gráficas completas do Sistema de Abastecimento de Água Costa Sul Leste (SCSL), na qual é mostrado os setores de estudo, ETA Lagoa do Peri, Reservatórios, ERAT e cadastro das redes de água com diâmetro superior a 100 mm.

Figura 21 – Fluxograma esquemático das tubulações principais de cada setor de estudo.



Fonte: produzido pela própria autora.

A operação e manutenção do SCSL são feito pela agência Costa Sul Leste localizada no bairro de Ribeirão da Ilha. Trabalham no local 19 funcionários sendo que 11 em atividades operacionais e de manutenção de rede de água e 8 no apoio técnico e administrativo, dados de dezembro de 2013 (CASAN, 2013). No Anexo B, a Tabela B.1 mostra o quadro de funcionários mês a mês do período de estudo (janeiro de 2009 a dezembro de 2013).

4.1.2 Obtenção dos dados

4.1.2.1 Cadastro técnico e comercial

O cadastro técnico das redes de distribuição de água da área em estudo fornecido pela CASAN é totalmente digitalizado e apresentam informações de diâmetro da tubulação, material, metragem, levantamento topográfico, ruas, nome de ruas e bairros. Conforme comentado no item 4.1.1 (Área de estudo), com base nesse cadastro técnico decidiu-se dividir a área em estudo em 6 setores para obtenção dos dados comerciais e de operação. A divisão é similar aos setores estabelecidos pela CASAN.

A divisão dos setores é similar à divisão dos distritos: Setor 1 – Armação do Pântano do Sul, Setor 2 – Ribeirão da Ilha, Setor 3 – Campeche, Setor 4 – Lagoa da Conceição, Setor 5 – Barra da Lagoa e Setor 6 – Carianos, conforme mostrado na Figura 20. Na Tabela 17 é apresentado o comprimento total de redes de água de cada setor.

Tabela 17 – Comprimento de rede principal para cada setor de estudo.

Setor	Comprimento de rede (m)
1	41.826
2	85.291
3	179.382
4	53.511
5	28.218
6	37.013

Fonte: (CASAN, 2013a).

As informações comerciais de número de ligações de água e número de economias para cada setor nos 5 anos de estudo

foram obtidos no Sistema Comercial Integrado (SCI) da CASAN e os dados de população de atendimento é estabelecido pela gerência de planejamento da empresa baseado no censo do IBGE. No Anexo B, a Tabela B.2 mostra os dados supracitados.

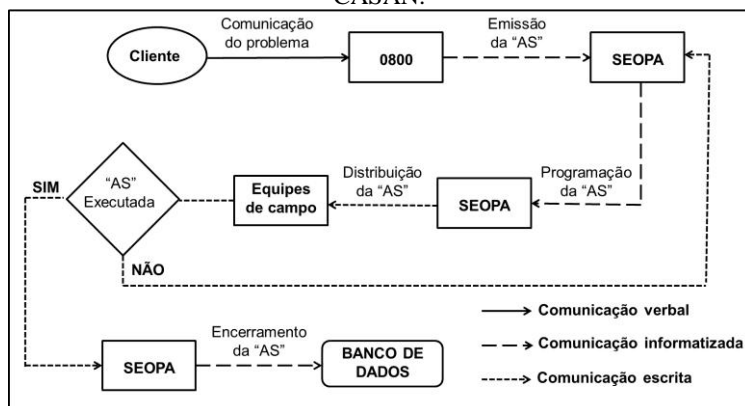
4.1.2.2 Autorizações de Serviço (AS)

As autorizações de serviço (AS) são geradas no Sistema Comercial Integrado (SCI) da empresa e possui informações tais como protocolo de atendimento composto por uma data, horário e matrícula do atendente, código do serviço – cada serviço a ser executado possui um código –, logradouro, informações adicionais e matrícula e número do hidrômetro se o serviço deverá ser realizado especificamente em uma matrícula.

A abertura da AS é realizada pelo atendimento ao público por intermédio do serviço de 0800 da empresa. As AS relacionadas com o abastecimento de água são programadas pelo Setor Operacional de Água (SEOPA) e distribuídas, em papel, para as equipes de campo. Após a execução das AS, as equipes retornam o papel para a SEOPA com anotações como hora de início e término do serviço, material utilizado, código do serviço se tiveram outros que não estavam especificados na AS e/ou foi informado erroneamente pelo cliente, observações e dados adicionais como matrícula dos responsáveis pela execução do serviço e quilometragem do carro utilizado.

A AS executada é encerrada no Sistema Comercial Integrado (SCI) da empresa pela SEOPA. Se ainda há serviços adicionais para realizar no local, como exemplo pavimentação, uma nova AS é aberta. Para um melhor entendimento da sequência a Figura 22 mostra um diagrama de fluxo das AS. As Figuras C.1 e C.2 do Anexo C exibem um exemplo de uma AS executada.

Figura 22 – Diagrama de fluxo das Autorizações de Serviço (AS) na CASAN.



Fonte: produzido pela própria autora.

Os dados de autorização de serviço (AS) gerados foram os relacionados com sistema de abastecimento de água e obtidos para um período de 5 anos, de janeiro de 2009 a dezembro de 2013. A gerência de informática da Empresa gerou um arquivo em planilha de Excel com informações das AS tais como:

- Matrícula da ligação de água se informado;
- Protocolo de atendimento (data, hora e matrícula do atendente);
- Código do serviço solicitado;
- Motivo da solicitação informado pelo cliente;
- Endereço;
- Data e hora limite para a execução do serviço;
- Data e hora da programação do serviço;
- Data e hora do início e fim da execução do serviço;
- Data e hora do encerramento da AS no sistema;
- Código do serviço executado;
- Parecer da equipe de campo;
- Nome e matrícula da equipe de campo que executou a AS;
- Materiais utilizados na execução do serviço;
- Quilometragem dos veículos.

Cada serviço a ser executado possui um código de serviço, esses códigos foram agrupados em categorias, tais como, conserto

de cavalete, conserto de ramal predial, conserto de rede até diâmetro 100 mm, conserto de rede diâmetro superior a 100 mm, falta de água e fornecimento de caminhão-pipa. A relação dos códigos solicitados para a geração dos dados das AS são mostrados na Tabela B.3 do Anexo B, juntamente com os prazos estabelecidos pela CASAN para a execução.

Os códigos que iniciam com o número 3 são relacionados com ligação de água (LA) e os códigos que começam com o número 5 são associados com rede de água (RA). Além disso, os códigos que terminam em número par não são cobrados do cliente e os que terminam em número ímpar, há a cobrança do item danificado, como exemplo hidrômetro e ramal predial.

Ainda observa-se na Tabela B.3 que os códigos 3808 – LA verificação de vazamento e 5808 – RA verificação de vazamento aparecem em 2 categorias: conserto de rede até DN 100mm e conserto de rede superior a DN 100mm. Esses códigos são utilizados quando não se sabe o diâmetro da rede. Quando a AS com esses códigos é encerrada no sistema SCI, após a execução, o código correto é informado conforme orientação da equipe de campo.

4.1.3 Tratamento dos dados

O dados de autorização de serviço (AS) analisados foram os solicitados pelo cliente e executados, ou seja, não foram cancelados e as categorias são: conserto de cavalete, conserto de ramal predial, conserto de rede até diâmetro 100 mm, conserto de rede diâmetro superior a 100 mm, falta de água e fornecimento de caminhão-pipa.

As informações das AS foram organizadas com o auxílio de uma planilha eletrônica. Para uma melhor visualização dos dados, as AS foram separadas por setor de estudo: Setor 1 – Armação do Pântano do Sul, Setor 2 – Ribeirão da Ilha, Setor 3 – Campeche, Setor 4 – Lagoa da Conceição, Setor 5 – Barra da Lagoa e Setor 6 – Carianos. Não foram analisadas, as AS, em que, não foi possível identificar os locais de execução. Cada setor foi ordenado em planilhas por ano de estudo (2009 a 2013) e cada ano separado por categoria de serviço de acordo com o código (Tabela B.3 do Anexo B).

Após essa separação das informações, foi realizada uma análise crítica dos dados, para confrontar, por exemplo, se o parecer da equipe de campo é compatível com o código do serviço executado ou mesmo com material utilizado. No caso, de haver contradição das informações, foi feita uma avaliação dessas AS e um reenquadramento. Para buscar uma tendência mensal no número de vazamentos ou falta de água foram produzidos gráficos de número de consertos acumulados para cada categoria supracitada por mês em cada ano e setor de estudo.

Em relação ao tratamento dos dados de tempo de conserto, as autorizações de serviço (AS) que apresentaram tempo de execução (início até o fim da execução) e tempo de atendimento (entrada da AS no sistema até o fim da execução) iguais a zero foram identificadas e separadas.

Também foram avaliados os tempos de execução demasiados, para isso, foi conversado com os instaladores hidráulicos da Empresa para considerar qual tempo seria o máximo possível de execução de cada serviço. Segundo informações do Setor Operacional de Água (SEOPA) o tempo máximo de conserto de um cavalete é 2 horas e de ramal predial e rede de água, mesmo as redes com diâmetros maiores, é de 4 horas. Decidiu-se considerar o dobro desse tempo, portanto as AS que apresentaram tempo de execução maior que 4 horas para cavaletes e 8 horas para ramais e redes, foram avaliadas como atípicas.

4.1.4 Elaboração de mapa temático

Com as informações de endereço contida nas AS e cadastro técnico, foram elaborados mapas temáticos com o auxílio do *Software ArcGis*. Destacam-se os mapas criados:

- Localização geográfica de consertos de rede de água, ramal predial e cavalete por setor, somando os dados dos 5 anos de estudo. As ruas com vazamentos foram classificadas por faixas, sendo na cor preta (0 a 5 vazamentos), na cor verde (6 a 14 vazamentos), na cor amarela (15 a 29 vazamentos), na cor vermelha (30 a 49 vazamentos) e na cor vermelha escura (mais que 50 vazamentos);

- Com o conhecimento das cotas máximas dos reservatórios, pressão média de saída da ERAT 1 (70 m.c.a) e cotas topográficas da área em estudo foi elaborado um mapa temático de pressão estática máxima do sistema. As pressões no mapa também são classificadas por faixas, sendo, na cor branca (menor que 10 m.c.a), na cor verde (10 a 30 m.c.a), na cor amarela (31 a 50 m.c.a) e na cor vermelha (maior que 51 m.c.a).

4.1.5 Cálculo dos indicadores de desempenho

Após o tratamento dos dados históricos das autorizações de serviço (AS) do Sistema de Abastecimento de Água Costa Sul Leste (SCSL) foi calculado os indicadores de desempenho (ID). A aplicação dos ID é uma ferramenta importante para o diagnóstico do sistema operacional e de manutenção de água, e fornece subsídios para a medição da diferença entre a situação atual e a situação desejada.

Os ID aplicados são da lista de indicadores da IWA (*International Water Association*) e do SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento). Os indicadores selecionados são relacionados com o objetivo do trabalho de pesquisa e também com os dados disponíveis nas AS. Para isso, foram consultados os ID referentes a recursos humanos, operação e manutenção e qualidade de serviço de abastecimento de água, conforme citado no item 3.4 (Indicadores de desempenho). Segue a baixo os ID que foram avaliados:

- IN_{083} – duração média dos serviços executados (SNIS);
- $Pe1$ – Empregados por ramal (IWA);
- $Op31$ – Avarias em redes de abastecimento de água (IWA);
- $Op32$ – Avarias em ramais prediais (IWA).

A descrição detalhada do cálculo de cada ID é apresentada nas equações 6 a 9.

$$IN_{083} = \frac{QD025}{QD024} \quad (\text{Equação 6})$$

Sendo que:

IN₀₈₃: duração média dos serviços executados (hora/serviço);

QD025: tempo total de execução do serviço (hora);

QD24: quantidade de serviços executados (n°).

Observação: A variável QD25 representa a quantidade total anual de horas despendida no conjunto de ações para execução dos serviços, desde a primeira reclamação ou solicitação até a conclusão do serviço (neste trabalho chamado de tempo de atendimento do serviço). O indicador de desempenho IN₀₈₃ foi calculado separadamente para cavaletes, ramais prediais, redes de abastecimento de água até DN 100 mm e superior a DN 100 mm.

$$Pe1 = \frac{B1}{C24} \times 1000 \quad (\text{Equação 7})$$

Sendo que:

Pe1: empregados por ramal (n°/1000 ramais);

B1: pessoal total (n°);

C24: número de ramais (n°).

$$Op31 = \frac{\frac{D28 \times 365}{H1}}{C8} \times 100 \quad (\text{Equação 8})$$

Sendo que:

Op31: avarias em redes (n°/100 km/ano);

D28: avarias em redes (n°);

H1: duração do período de referência (dia);

C8: comprimento da rede (Km).

$$Op32 = \frac{\frac{D29 \times 365}{H1}}{C24} \times 1000 \quad (\text{Equação 9})$$

Sendo que:

Op32: avarias em ramais (n°/1000 ramais/ano);

D29: avarias em ramais (n°);

C24: número de ramais (n°).

Observação: da mesma forma calculada para avarias em ramais prediais foi calculado também avarias em cavaletes.

4.1.6 Análise de Pareto

O diagrama de Pareto é uma figura simples que visa dar uma representação gráfica e estratificada de um possível problema. É representado por barras dispostos em ordem decrescente de frequência e cada barra pode representar problemas enfrentados pela empresa ou ainda as possíveis causas de um problema. Do lado esquerdo do gráfico localizam-se os problemas ou as causas com maior frequência de ocorrência e do lado direito os menores. O diagrama pode vir acompanhado de uma curva de porcentagem acumulada, conforme ilustrado na Figura 13.

Para este trabalho de estudo foram analisados no diagrama de Pareto os resultados dos indicadores de desempenho (ID) citados no item 4.1.5 (Cálculo dos indicadores de desempenho) somando os 5 anos de estudo. Como exemplo, pode-se citar a análise do ID Op32 – avarias em ramais prediais. Cada barra do diagrama representa um setor e no eixo vertical foi exposta a frequência do número de consertos em ramais prediais para cada 1000 ramais para os 5 anos estudados, desse modo, do lado esquerdo do gráfico estão os setores com maior número de consertos e posto assim foi focada a atenção para esse setor.

4.2 OBSERVAÇÃO

4.2.1 Processo de *benchmarking*

Para auxiliar na investigação dos problemas, os resultados encontrados no cálculo de indicadores de desempenho (ID) e estratificados no diagrama de Pareto foram comparados com outras empresas de saneamento nacionais e internacionais pesquisadas e apresentadas na revisão bibliográfica, item 3.4.1 (Critérios de avaliação do serviço prestado), por meio do processo de *Benchmarking*, foi possível visualizar quais setores de estudo demandam melhorias na qualidade do serviço prestado.

4.2.2 Brainstorming

Na etapa de observação, a finalidade de utilizar a ferramenta de qualidade *brainstorming* é coletar o maior número de possíveis causas dos problemas apontados no cálculo dos indicadores de desempenho, diagrama de Pareto e também no processo de *benchmarking*. A realização dessa ferramenta foi feita com os instaladores hidráulicos e chefe no SCSL, gerente operacional da empresa CASAN e também com o orientador desse estudo.

4.3 ANÁLISE

4.3.1 Diagrama de causa e efeito

O diagrama de causa e efeito é uma ferramenta utilizada para explorar todas as causas potenciais que resultam em um determinado efeito. As causas são representadas em níveis hierárquicos, com isso, consegue-se ver as causas principais e causas secundárias, terciárias e assim por diante do problema analisado. Neste estudo foram utilizados os problemas assinalados no cálculo dos indicadores de desempenho, diagrama de Pareto e também no processo de *benchmarking* e as causas principais de cada problema foram as relatadas na etapa de observação.

4.3.2 Brainstorming

Na etapa de análise, a ferramenta *Brainstorming* foi utilizada novamente para avaliar as informações contidas atualmente nas autorizações de serviço (AS). A análise foi feita por meio de estudos bibliográficos e conversa com o gerente operacional e técnicos da Empresa. Também foi possível acompanhar a rotina operacional para avaliar os procedimentos de priorização e distribuição dos serviços e de anotação dos dados obtidos no momento do conserto pelas equipes de campo.

4.4 PLANO DE AÇÃO

A etapa denominada plano de ação representou a concepção de um produto de todo o processo analisado com a finalidade de melhorar os procedimentos atuais aplicados na CASAN no que concerne a perdas reais em sistemas de abastecimento de água por vazamento.

4.4.1 Plano para redução das perdas reais de água por vazamentos

A proposta elaborada, nesse estudo, para redução das perdas reais de água por vazamentos foi com base na bibliografia pesquisada destacando a utilização das autorizações de serviço (AS) como fonte de dados. Também propor um modelo de priorização de reparos de vazamentos em cavaletes, ramais prediais e redes visando o menor volume de água perdido no sistema de abastecimento de água.

4.4.1.1 Aplicação da AS como fonte de dados

Por meio da análise dos dados atuais contidos nas autorizações de serviço (AS), item 4.3.2 (*Brainstorming*) e consulta a bibliografia foi proposta a inclusão da anotação de mais dados dos vazamentos consertados pelas equipes de campo para aperfeiçoar as informações de caracterização dos vazamentos e análise das possíveis causas.

4.4.1.2 Modelo de priorização de reparo de vazamentos

O modelo de priorização de serviços foi elaborado em uma planilha eletrônica, utilizando a ferramenta de teste de hipótese denominada *Solver* para resolver uma função objetivo visando minimizar o volume de água perdido. A hipótese utilizada é que a ordem de execução dos serviços influencia no volume perdido. A metodologia proposta para a construção do modelo seguiu a seguinte estruturação:

- (i) Produção do banco de dados;

- (ii) Adoção de hipóteses e critérios preliminares;
- (iii) Identificação das variáveis envolvidas nos vazamentos;
- (iv) Procedimentos de cálculo adotados com apresentação das fórmulas e condições usadas;
- (v) Emprego da planilha de cálculo.

Para o cálculo do modelo de priorização, é necessário organizar um banco de dados 1 com inúmeras possibilidades de estruturação do sistema de abastecimento de água. Cada serviço (conserto de cavalete, ramal predial ou rede de água) é relacionado com as variáveis: diâmetro, material, profundidade, tipo de pavimento e tempo de reparo e ordenados com um código. Como exemplo, foi elaborado o banco de dados 1 mostrado na Tabela 18.

A variável tempo de reparo (Tr) indica o tempo despendido do início até o fim do conserto e está relacionado com as outras variáveis mencionadas: serviço, diâmetro, material, profundidade e pavimento. A anotação do tempo de reparo já integra a rotina operacional da Empresa, só não existe, atualmente, uma associação com as outras variáveis supracitadas. Neste estudo, o Tr foi adotado conforme tempo médio de reparo para cavalete, ramal predial e rede de água até DN 100 mm e superior a DN 100 mm para o Sistema Costa Sul Leste (SCSL) no ano de 2013, sem diferenciação de material, profundidade e pavimento.

Tabela 18 – Banco de dados 1.

Código	Serviço	Diâmetro (mm)	Material	Profundidade (m)	Pavimento	Tempo de reparo (horas)
1	Cavalete	---	---	---	---	0,58
2	Ramal	20	PEAD	0,50	Solo	1,32
3	Rede	50	PVC	0,60	Solo	2,10
4	Rede	100	F°F°	0,80	Asfalto	2,10
5	Rede	300	DEF°F°	1,50	Lajota	3,34

Fonte: produzido pela própria autora.

Mediante o serviço de atendimento ao público, por via 0800 da Empresa, o cliente relata um vazamento de água e informa ao atendente se o vazamento é no cavalete, na calçada ou na rua e a localização do mesmo. Se o vazamento não for de cavalete, o sistema busca no cadastro técnico se o vazamento é de rede ou ramal, diâmetro, material, profundidade e pavimento. Com essas informações, o sistema associa a um tempo de reparo por meio do banco de dados 1 e determina um código para aquele vazamento relatado.

Outra informação solicitada no atendimento ao cliente é a quantidade de água aparente perdida no vazamento. A obtenção desse dado depende da comunicação entre o atendente e o cliente para que a quantidade de água perdida relatada seja o mais próximo da realidade. Para auxiliar na determinação desse volume, o atendente pode basear-se na Figura 8 (Estimativa de volume de água perdido em uma torneira gotejando ou semiaberta) do Item 3.2.2 (Quantificação das perdas por vazamentos). Atualmente, no atendimento ao cliente da CASAN já é feito as seguintes perguntas:

- Se o cliente tem como estancar o vazamento, por meio de um registro do cavalete ou utilizando outro objeto para obstruir a passagem da água no orifício?
- Se o cliente julga de alta, média ou baixa intensidade o vazamento reclamado?

Conforme a compreensão do atendente em relação ao vazamento, esse preenche no modelo uma “categoria de água perdida”, sendo que, 1 significa pouca água vazando, 2 quantidade média de água e 3 muita água perdida no vazamento. Outra variável importante é a pressão de serviço que está diretamente associada com a vazão de água perdida no vazamento. A CASAN já possui transmissores de pressão instalados em hidrômetros dos grandes consumidores e/ou em pontos de interesse. Pela localização do vazamento o sistema pode buscar a pressão média do ponto mais próximo.

O banco de dados 2 é formado pelas informações do código do vazamento determinado no banco de dados 1, “categoria de água perdida” que é inserida pelo atendente do 0800 conforme o entendimento do mesmo e pressão média do

ponto mais próximo. Com esses dados é determinada a vazão do vazamento (Q_v) representado por um número.

Nesse modelo de priorização, a vazão do vazamento em cavaletes foi adotada baseando-se com o exemplo da torneira pingando apresentado no item 3.2.2 (Quantificação das perdas por vazamentos) e não considerando a influência da pressão (Tabela 19 – Código 1). A vazão de vazamentos em ramais prediais e redes de água foram estimadas de acordo com a Tabela 3 do item 3.2.2 (Quantificação das perdas por vazamentos). Na Tabela 19 é apresentado um exemplo do banco de dados 2 criado para esse modelo.

Tabela 19 – Banco de dados 2 (continua).

Código	Volume	Pressão (m.c.a)	Nº Vazamento	Qv (l/h)
1	1	---	1	2,00
	2	---	2	4,00
	3	---	3	8,00
2	1	até 30	4	43,20
		31 a 50	5	54,00
		maior que 50	6	64,80
	2	até 30	7	64,80
		31 a 50	8	82,80
		maior que 50	9	100,80
	3	até 30	10	93,60
		31 a 50	11	122,40
		maior que 50	12	144,00
3	1	até 30	13	126,00
		31 a 50	14	165,40
		maior que 50	15	194,40
	2	até 30	16	165,60
		31 a 50	17	216,00
		maior que 50	18	255,60
	3	até 30	19	212,40
		31 a 50	20	273,60
		maior que 50	21	320,40

Tabela 19 – Banco de dados 2 (conclusão).

Código	Volume	Pressão (m.c.a)	Nº Vazamento	Qv (l/h)
4	1	até 30	22	259,20
		31 a 50	23	334,80
		maior que 50	24	396,00
	2	até 30	25	313,20
		31 a 50	26	406,80
		maior que 50	27	482,40
	3	até 30	28	374,40
		31 a 50	29	482,40
		maior que 50	30	572,40
5	1	até 30	31	666,00
		31 a 50	32	860,40
		maior que 50	33	1015,20
	2	até 30	34	752,40
		31 a 50	35	968,40
		maior que 50	36	1148,40
	3	até 30	37	842,40
		31 a 50	38	1087,20
		maior que 50	39	1285,20

Fonte: produzido pela própria autora.

Cada setor possui um tempo de acesso (T_a), na qual é o tempo de deslocamento da equipe de campo da base operacional até o setor de trabalho. Essa variável está relacionada com as condições do trânsito local. Por exemplo, Florianópolis na temporada de verão possui um fluxo de veículo maior que na temporada de inverno. A variável T_a pode ser determinada por intermédio de um indicador de tempo calculado mediante informações de rastreamento dos veículos das equipes de campo. À medida que se obtém mais informações históricas de tempo de acesso, o indicador é recalculado.

A partir do momento em que a equipe de campo já se moveu até o setor de trabalho, há o tempo interno de deslocamento (T_i), que é o tempo que a equipe demora de um vazamento já executado até encontrar o próximo vazamento a ser executado dentro do mesmo setor e no mesmo dia. Da mesma forma que T_a , o valor de T_i pode ser determinado por meio de um indicador. Devido ao grande número de variáveis e para viabilizar a solução do equacionamento, no modelo de priorização proposto, foi considerado um valor médio entre as variáveis T_a e T_i , denominado de tempo de deslocamento médio das equipes de

campo (T_e). Nesse estudo, o valor dessa variável foi adotado igual a 0,25 horas.

Outra variável importante a ser considerada para elaboração do modelo é a jornada de trabalho das equipes (JT), nesse modelo de priorização, JT foi adotado com um valor igual a 12 horas. Relacionado com JT, mais 2 variáveis são empregadas no modelo: JR (jornada restante diária de trabalho em horas) e JA (jornada restante acumulada em horas).

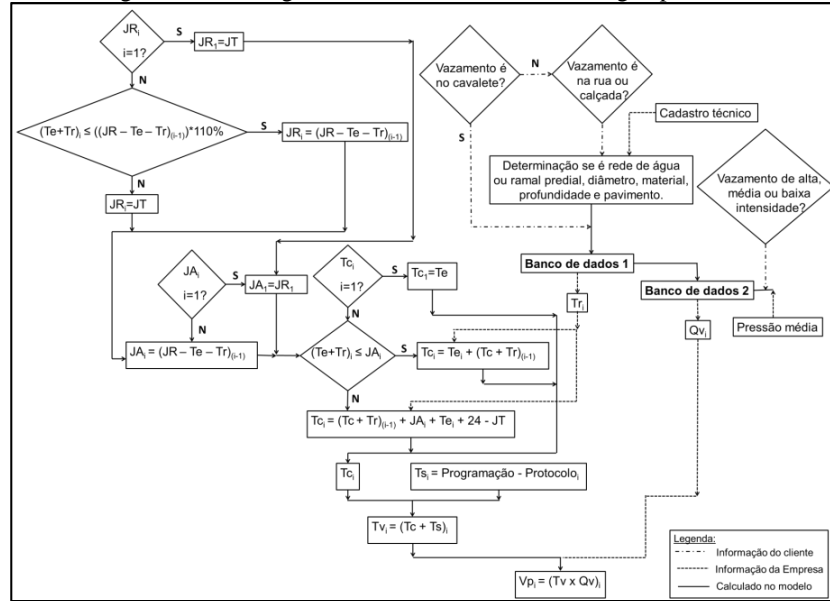
Nos serviços de prioridade 1 o JR é igual a jornada de trabalho (JT). Para os próximos serviços de prioridade subsequentes (i), a variável JR é calculada por uma função condicional, associada com as variáveis T_e e T_r , conforme exibido na Figura 23. Nota-se que para JR foi adotada uma margem de variação de tempo de 10%.

O cálculo da variável JA tem como objetivo verificar o tempo remanescente depois da execução de um reparo. Nos serviços de prioridade 1, JA é igual a JR e nos próximos serviços de prioridade i, JA também é uma função condicional vinculada com as variáveis JR, T_e e T_r . o cálculo é mostrado na Figura 23.

O tempo de espera acumulado (T_c) é uma variável criada, na qual expressa o tempo que um serviço aguarda para ser executado após a priorização das AS. No serviço de prioridade 1, o valor de T_c é igual ao tempo de deslocamento médio (T_e). Para os próximos serviços de prioridade subsequentes (i), o T_c é uma função condicional, relacionado com as variáveis JA, T_e e T_r , também exposto na Figura 23.

O tempo total do vazamento, denominado no modelo como T_v , é calculado somando o tempo de espera acumulado (T_c) mais o tempo total da autorização de serviço (AS) no sistema (T_s). T_s é determinado diminuindo a data e hora da programação pelo protocolo, que é formado pela data e hora que o cliente entrou em contato com a Empresa para relatar o vazamento. Por último, o volume de água perdido em cada vazamento (V_p) é obtido multiplicando a vazão de água perdida (Q_v) pelo tempo do vazamento (T_v). A Figura 23 apresenta um fluxograma de cálculo do volume de água perdido.

Figura 23 – Fluxograma de cálculo do volume de água perdido.



Fonte: produzido pela própria autora.

Sendo que:

Te = tempo de deslocamento médio;

Tr = Tempo de reparo;

Tc = Tempo de espera acumulado a partir da programação;

Ts = tempo total da AS no sistema;

Qv = vazão de água perdida;

Tv = tempo total do vazamento;

Vp = volume de água perdido em cada vazamento.

JR = Jornada restante diária de trabalho;

JA= Jornada restante acumulada;

JT = Jornada de trabalho;

A Tabela 20 apresenta um resumo das variáveis consideradas no modelo, a unidade e a fonte da informação de cada variável.

Tabela 20 – Variáveis para o cálculo do modelo de priorização de serviço.

Variável	Unidade	Fonte da informação
Diâmetro	Milímetros (mm)	Cadastro técnico
Material	---	Cadastro técnico
Profundidade	Metros (m)	Cadastro técnico
Tipo de pavimento	---	Cadastro técnico
Tempo de acesso (Ta)	Horas (h)	Adotado
Tempo interno de deslocamento (Ti)	Horas (h)	Adotado
Tempo de deslocamento médio (Te)	Horas (h)	Adotado
Tempo de reparo (Tr)	Horas (h)	Histórico AS
Tempo de espera acumulado (Tc)	Horas (h)	Calculado
Tempo do vazamento (Tv)	Horas (h)	Calculado
Tempo da AS no sistema (Ts)	Horas (h)	Calculado
Vazão de água perdida (Qv)	Litros/hora (l/h)	Calculado
Volume de água perdido (Vp)	Litros (l)	Calculado
Jornada de trabalho (JT)	Horas (h)	Adotado
Jornada restante diária de trabalho (JR)	Horas (h)	Calculado
Jornada restante acumulada (JA)	Horas (h)	Calculado

Fonte: produzido pela própria autora.

Por fim, a função de priorização de reparo de vazamentos do modelo é calculada por meio da ferramenta *Solver*. Cada setor de estudo tem uma célula objetiva, na qual, é inserida a fórmula de soma dos volumes de água perdido (V_p) das AS selecionadas para execução naquele turno.

As células variáveis são as de prioridade de 1 até i e as restrições estabelecidas são: cada célula de prioridade de 1 até i sejam diferentes, número inteiro, maior igual a 1 e menor igual a quantidade de AS selecionadas para execução. Na ferramenta *Solver* é definido para encontrar a solução de priorização das AS em que a célula objetivo, daquele setor, apresente o menor valor de volume de água perdido.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

5.1.1 Tratamento dos dados históricos das autorizações de serviço (AS)

Para uma melhor organização dos dados, as AS executadas pela agência do Sistema Costa Sul Leste, foram separadas por setor de estudo: Setor 1 – Armação do Pântano do Sul, Setor 2 – Ribeirão da Ilha, Setor 3 – Campeche, Setor 4 – Lagoa da Conceição, Setor 5 – Barra da Lagoa e Setor 6 – Carianos, cada setor foi ordenado em planilhas por ano de estudo (2009 a 2013) e cada ano separado por categorias de acordo com os códigos de serviço. As Tabela D.1 a D.6 –ANEXO D mostram os totais de AS de modo corrigido, organizadas conforme supracitado.

Nesta etapa do estudo, já se observou a dificuldade para gerar um relatório de execução de serviços, direto do Sistema Comercial Integrado (SCI) da Empresa, devido a grande quantidade de incoerências, tais como, o código do serviço não era compatível com o material utilizado, ou a rua de execução não pertencia ao setor especificado. Ressalva-se que em 23 autorizações de serviço (AS) não foram identificadas o setor, dessa maneira, não foram consideradas.

Portanto, para esse estudo, foram analisados um total de 22.274 autorizações de serviço (AS). A Tabela 21 mostra um resumo da quantidade de AS por setor de estudo e por ano. Nota-se que o setor 6 apresenta dados apenas de 2011 a 2013, já que antes desse período esse setor era de responsabilidade de outra agência operacional da CASAN.

Tabela 21 – Resumo da quantidade de AS por setor e ano de estudo.

Setor/Ano	2009	2010	2011	2012	2013	Total
Setor 1	384	365	337	348	368	1.802
Setor 2	1.569	1.144	1.027	954	1.070	5.764
Setor 3	1.775	1.704	1.788	1.651	1.549	8.467
Setor 4	752	700	574	706	652	3.384
Setor 5	419	445	441	495	408	2.208
Setor 6	---	---	161	214	274	649
Total	4899	4358	4328	4368	4321	22.274

Fonte: produzido pela própria autora.

Considerando o período de estudo desse trabalho, observou-se que 44,4% dos vazamentos foram no cavalete, 40,8% nos ramais prediais, 11,9% nas redes com diâmetros até 100 mm e 3% nas redes com diâmetros superiores a 100 mm, quantidades similares a apresentada por Brasil (2004, p. 20), Tardelli Filho (2006, p. 467) e Costa (2009, p. 10) na qual estimam que em torno de 70% a 90% do número de ocorrências são em ramais prediais e cavaletes. A seguir segue um resumo da quantidade de AS totais por categoria de serviço:

- Conserto de cavalete (8.587 autorizações de serviço);
- Conserto de ramal predial (7.892 autorizações de serviço);
- Conserto de rede até DN 100mm (2.298 autorizações de serviço);
- Conserto de rede DN superior a 100mm (572 autorizações de serviço);
- Falta de água (2.822 autorizações de serviço);
- Fornecimento de caminhão-pipa (103 autorizações de serviço).

As autorizações de serviço (AS) de falta de água só são finalizadas no SCI quando um instalador hidráulico vai até o local verificar a ocorrência. Se o problema é generalizado e se tem conhecimento do motivo, por exemplo, sempre falta água naquela região no sábado porque a rede não é suficiente para abastecer ou teve um problema na ETA, nestes casos as AS são canceladas. Desse modo, a quantidade de reclamações de falta de água acima mostrada não representa um número real de reclamações.

O mesmo ocorre com as AS de fornecimento de caminhão-pipa e ainda se pode observar variações nos dados obtidos para o período de estudo na Tabela D.1 a D.6 –ANEXO D. Em verificação com funcionários da Empresa, foi informado que nem todos os fornecimentos de caminhão-pipa eram registrados no SCI. Por isso, decidiu-se não analisar esses dados, já que não representam o quantitativo real do fornecimento de caminhão-pipa.

Para tentar buscar uma tendência mensal na quantidade de vazamentos ou falta de água com os dados obtidos, foram produzidos gráficos de quantidade de consertos de vazamentos em cavaletes, ramais prediais, redes de água até DN 100 mm e

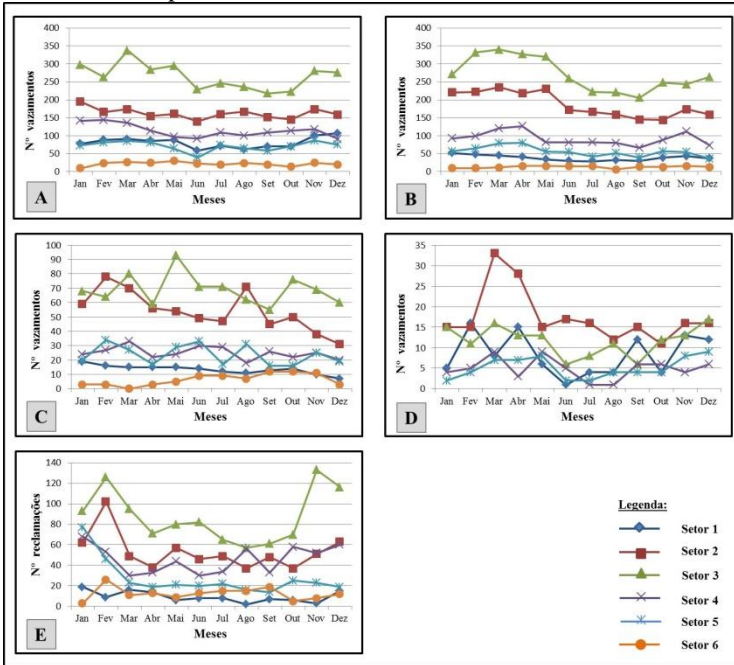
superiores a DN 100 mm e falta de água para os 6 setores de estudo somados os 5 anos analisados (Figura 24).

No que se refere a consertos de cavaletes, no geral os setores 1, 3, 4 e 5 mostraram uma tendência de aumento na quantidade nos primeiros meses e nos últimos meses do ano, coincidindo com a temporada de verão na cidade de Florianópolis. O setor 2, praticamente, manteve constante a quantidade de vazamentos em cavaletes durante o ano, só com um leve aumento no mês de janeiro e o setor 6 mostrou quantidades uniformes de consertos durante os meses (Figura 24 – A). A mesma propensão pode ser notada para consertos em ramais prediais, exceto o setor 6 que mostrou valores invariável durante os meses (Figura 24 – B).

No que concerne a consertos de rede de água com diâmetros até 100 mm (Figura 24 – C) não se observou uma tendência mensal em comum entre os setores de estudo. Já os consertos de redes com diâmetros maiores que 100 mm (Figura 24 – D) nota-se um aumento na quantidade de vazamento nos primeiros meses do ano nos setores 1 a 5 de estudo. Também é observado uma maior quantidade de consertos no final do ano. Esse período coincide com a temporada de verão na região. Na verificação do gráfico de quantidade de reclamações de falta de água (Figura 24 – E), notou-se que os setores 1 a 6 mostram aumento no número de reclamações nos primeiros e nos últimos meses do ano.

A maior quantidade de vazamentos e reclamações de falta de água foi observada nos meses da temporada de verão na cidade de Florianópolis. As causas assinaladas para esses eventos foram às oscilações no fornecimento de água, ocasionando variações de pressão e entrada de ar na tubulação e transientes hidráulicos decorrentes de manobras de rede, pois as operações não são padronizadas. O aumento dos vazamentos em cavaletes nos meses de verão também pode ser justificado, pois muitas casas só são habitadas nesse período, quando é feita a reclamação.

Figura 24 – Gráficos com a quantidade de consertos de vazamentos em cavaletes (A), ramais prediais (B), redes de água até DN 100 mm (C) e superior a DN 100 mm (D) e reclamações de falta de água (E) por mês, por setor e somados os 5 anos de estudo.



Fonte: produzido pela própria autora.

Em relação ao tratamento dos dados de tempo de conserto, as autorizações de serviço (AS) que apresentaram tempo de execução (início até o fim do reparo) e tempo de atendimento (entrada da AS no sistema até o fim do conserto) iguais a zero foram identificadas e separadas, no total, foram 216 e 46 AS respectivamente. As Tabelas D.7 e D.8 do Anexo D mostram o número de AS com tempo de execução e atendimento iguais a zero em cada setor por ano e por categoria de serviço, nesta ordem.

Os tempos de execução de reparo de vazamentos superior a 4 horas para cavaletes e 8 horas para ramais prediais e redes de água foram considerados como valores atípicos, no total, foram 30 AS. A Tabela D.9 do Anexo D expõe a quantidade de AS com tempo de execução atípico em cada setor por ano e por

categoria de serviço. Possivelmente, as AS com tempos iguais a zero e com valores atípicos de tempo de execução são erros de digitação, por isso, não foram consideradas.

A Tabela 22 exibe o tempo de execução médio (início até o fim do reparo) para cada categoria de serviço considerando todos os setores juntos e por ano de estudo. Os tempos de execução de cavaletes, ramais prediais e redes até DN 100 mm aumentaram ao longo dos anos de estudo e o conserto de rede superior a DN 100 mm praticamente se manteve constante.

A hipótese indicada para o aumento do tempo de reparo em ramais prediais e redes de água, foi a pavimentação de muitas ruas nos últimos anos, aumentando o tempo de acesso a tubulação com vazamento. Em relação ao aumento do tempo de conserto de cavaletes, a instalação do abrigo padrão pelos usuários, dificulta a manutenção dos mesmos, pois reduziu o espaço de trabalho. Por outro lado, facilitou o acesso.

Tabela 22 – Tempo de execução médio por categoria e ano de estudo.

Categoria/Ano	Tempo de execução médio (horas)				
	2009	2010	2011	2012	2013
Conserto de cavalete	0,47	0,58	0,56	0,53	0,58
Conserto de ramal predial	1,04	1,13	1,06	1,23	1,32
Conserto de rede até DN 100mm	1,41	1,45	1,50	1,75	2,10
Conserto de rede maior que DN 100mm	3,34	3,87	3,34	3,41	3,34

Fonte: produzido pela própria autora.

5.1.2 Mapa temático

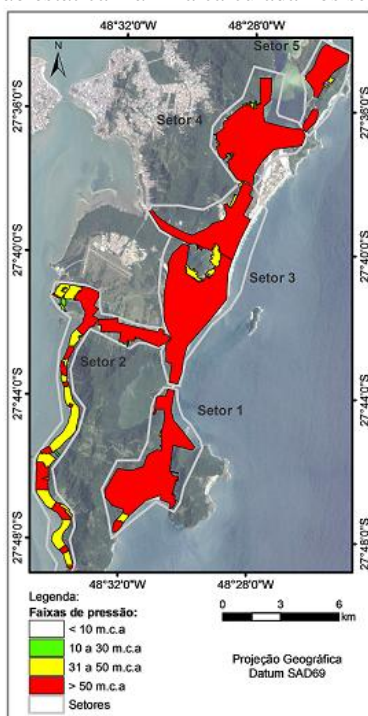
A pressão de serviço nas redes de distribuição de água é um dos parâmetros operacionais mais importantes na vazão dos vazamentos e na frequência de sua ocorrência. A Figura 25 mostra o mapa temático de pressão estática máxima calculada nas redes de água em cada setor estudo. Ressalva-se que o mapa de pressão do setor 6 não é mostrado, pois esse setor é abastecido por outro sistema de abastecimento conforme já mencionado.

Predominantemente, os setores de 1 a 5 possuem uma pressão estática máxima maior que 50 m.c.a. (em vermelho no mapa), pressão essa recomendada pela NBR 12.218 – Projeto de

rede de distribuição de água para abastecimento público (ABNT, 1994). O setor 2 é a região que apresenta uma maior área de pressão entre 31 e 50 m.c.a. (em amarelo no mapa) e algumas regiões com pressão estática entre 10 e 30 m.c.a. (em verde no mapa).

A pressão de saída da ERAT 1, localizada na ETA Lagoa do Peri, é em torno de 70 m.c.a., conforme citado no Item 4.1.1 (Área de estudo). Segundo a gerência operacional da Empresa, essa pressão é adotada em razão das cotas topográficas dos reservatórios, abastecimento de água em regiões altas ou pontos de fornecimento de água distantes. A necessidade dessa pressão de abastecimento pode estar associada à subdimensionamento de adutoras e redes de água e /ou ausência de estudos de setorização.

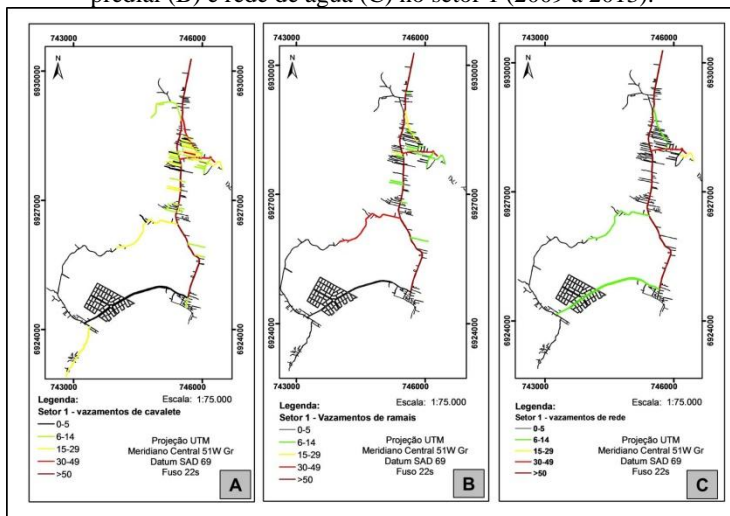
Figura 25 – Pressão estática máxima calculada nos setores 1 a 5.



Fonte: produção pela própria autora no *ArcGis*.

Em relação ao mapas temático da localização geográfica de consertos de rede de água, ramais prediais e cavaletes, a Figura 26 (A, B, C) mostra a quantidade de vazamentos ocorridos no setor 1 no período de estudo. A rodovia Francisco Thomaz dos Santos, principal do bairro, apresentou mais de 50 vazamentos (cor vermelha escura), sendo iguais a 189, 80 e 88 vazamentos de cavaletes, ramais prediais e redes respectivamente.

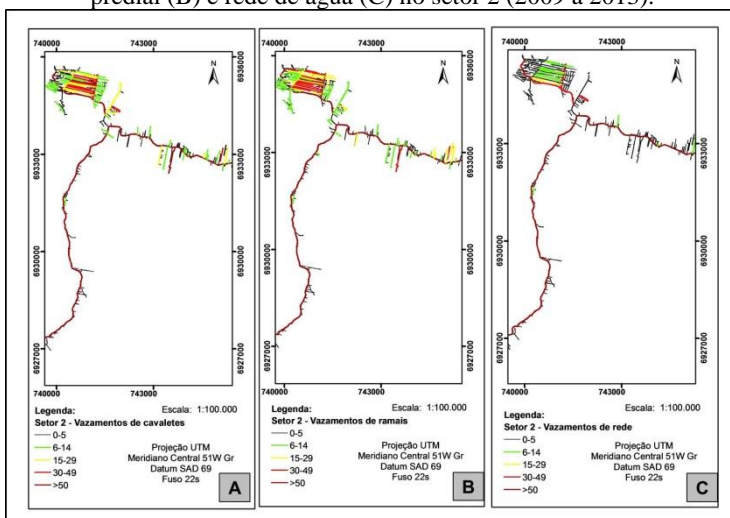
Figura 26 – Mapas de quantidade de vazamentos de cavalete (A), ramal predial (B) e rede de água (C) no setor 1 (2009 a 2013).



Fonte: produção pela própria autora no *ArcGis*.

O setor 2 foi o que apresentou maior quantidade de vazamentos em uma rua no período estudado, conforme ilustrado na Figura 27 (A, B, C). A rodovia Baldicero Filomeno, teve 490, 554 e 380 consertos em cavaletes, ramais prediais e redes de água, nessa ordem. Ademais, outras ruas, nesse setor, exibiram mais de 50 vazamentos de cavaletes e ramais prediais, cor vermelha escura nos mapas A e B.

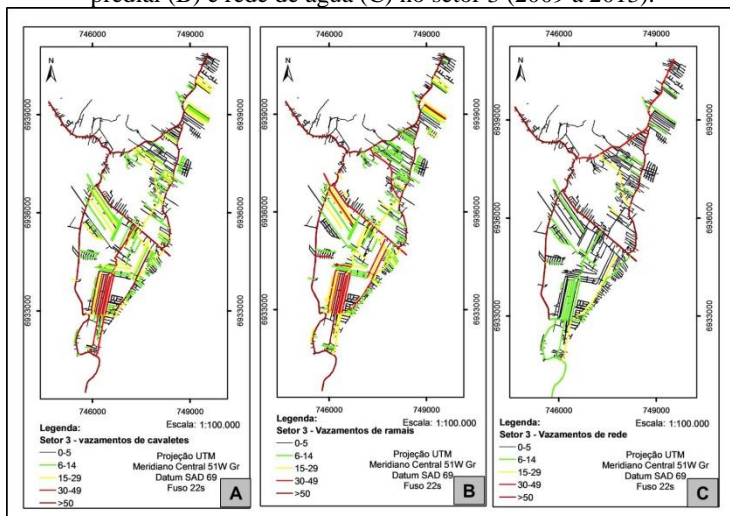
Figura 27 – Mapas de quantidade de vazamentos de cavalete (A), ramal predial (B) e rede de água (C) no setor 2 (2009 a 2013).



Fonte: produção pela própria autora no *ArcGis*.

Com referência as ruas do setor 3 que apontaram mais de 50 vazamentos, 11 foram de cavaletes (Figura 28 – A), 8 ruas em ramais prediais (Figura 28 – B) e 3 ruas com mais de 50 vazamentos em redes de água (Figura 28 – C), cor vermelha escura nos mapas. A rodovia SC-405 foi a que mostrou a maior quantidade, sendo 167, 216 e 80 cavaletes, ramais e redes nessa ordem.

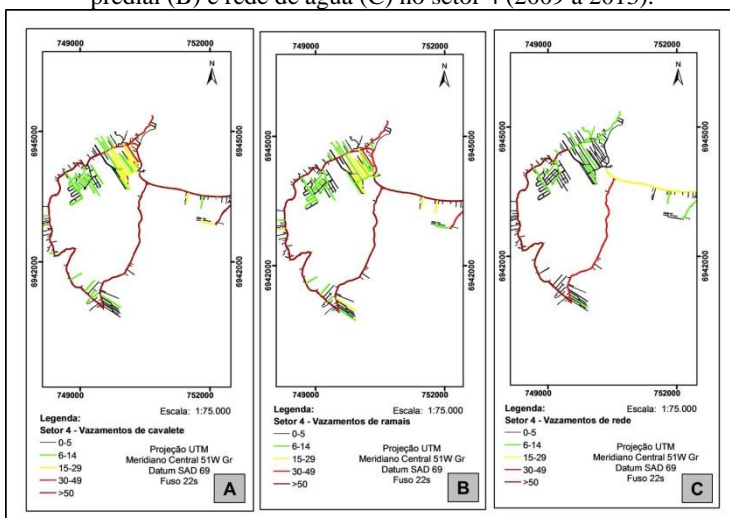
Figura 28 – Mapas de quantidade de vazamentos de cavalete (A), ramal predial (B) e rede de água (C) no setor 3 (2009 a 2013).



Fonte: produção pela própria autora no *ArcGis*.

A rua Laurindo Januário da Silveira, setor 4, ilustrou mais de 50 vazamentos (cor vermelha escura) (Figura 29), iguais a 217 de cavaletes (mapa A), 159 em ramais prediais (mapa B) e 55 em redes de água (mapa C). As ruas vereador Osni Ortiga e Rendeiras também manifestaram cor vermelha escura (mais de 50 vazamentos) para cavaletes e ramais prediais no período estudado.

Figura 29 – Mapas de quantidade de vazamentos de cavalete (A), ramal predial (B) e rede de água (C) no setor 4 (2009 a 2013).

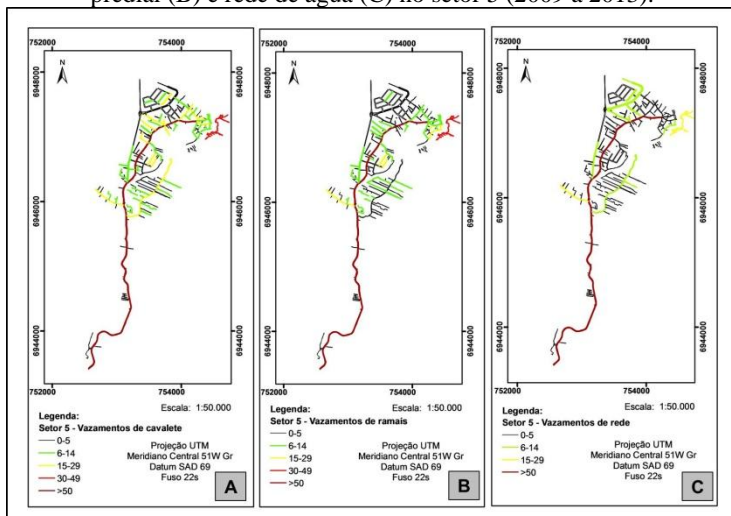


Fonte: produção pela própria autora no *ArcGis*.

O setor 5 mostrou mais de 50 vazamentos entre 2009 e 2013 na rodovia Jornalista Manoel de Menezes e rua Altamiro Barcelos Dutra, conforme ilustrado na cor vermelha escura na Figura 30. Em relação a vazamentos em cavaletes, essas ruas exibiram 90 e 103 respectivamente (A), já em ramais prediais foram iguais a 93 e 61, (B) e 87 e 51 em redes de água (C), nessa ordem.

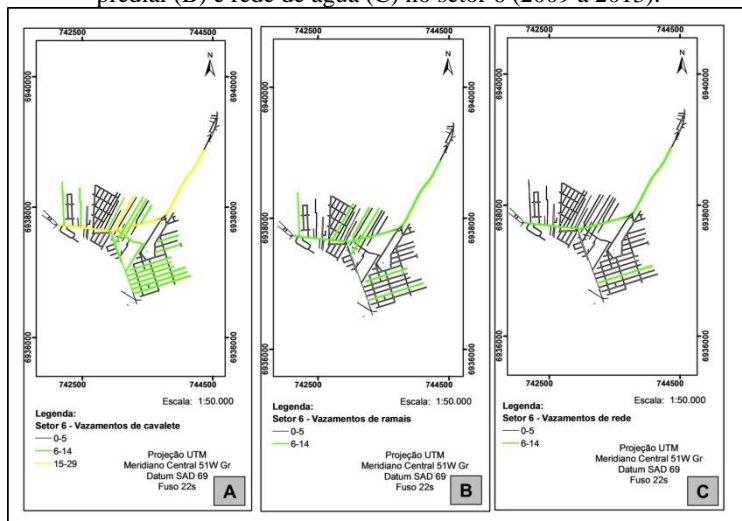
O setor 6 foi o que apresentou a menor quantidade de vazamentos. Ruas com até 14 consertos no período estudado para ramais prediais e redes de água, na cor verde nos mapas B e C da Figura 31, nessa ordem. Para cavaletes, 2 ruas mostraram quantidade de vazamentos entre 15 e 29 (Figura 31 – A).

Figura 30 – Mapas de quantidade de vazamentos de cavalete (A), ramal predial (B) e rede de água (C) no setor 5 (2009 a 2013).



Fonte: produção pela própria autora no *ArcGis*.

Figura 31 – Mapas de quantidade de vazamentos de cavalete (A), ramal predial (B) e rede de água (C) no setor 6 (2009 a 2013).



Fonte: produção pela própria autora no *ArcGis*.

5.1.3 Cálculo dos Indicadores de Desempenho

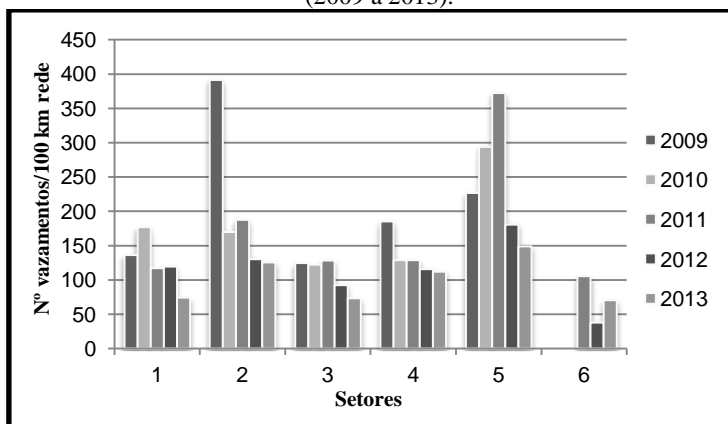
O cálculo do indicador de desempenho (ID) Op31 – avarias em redes de água mostrou que o setor 5 apresentou o maior número de vazamentos comparando os 6 setores nos anos de estudo. No ano de 2011, o ID Op31 foi igual a 372 avarias para cada 100 quilômetros (Km) de rede, no entanto, o ID para esse setor exibiu diminuição nos anos seguintes, sendo igual a 149 avarias/100 km no ano de 2013 (Figura 32).

O setor 5 é abastecido por um reservatório de montante com cota topográfica de 78 m. A região está praticamente no nível do mar, sendo, por isso, submetida a essa pressão máxima. A diminuição nos vazamentos foi motivada pela troca de um trecho de tubulação em PVC DeF^oF^o, em 2012, entre o recalque da ERAT 3 até o reservatório R4 e um trecho após o reservatório por tubos em ferro fundido.

O setor 2, apesar de exibir diminuição no cálculo do ID Op31 ao longo dos anos de estudo, teve o segundo maior valor no ano de 2013, igual a 125 avarias/100 km de rede (Figura 32). Os motivos indicados foram o gerenciamento deficiente na execução da obra de assentamento das adutoras principais do setor, falta de compactação e/ou berço de areia já que a região possui solo rochoso, má qualidade dos materiais e conexões utilizadas e também idade de rede, alguns trechos com mais de 30 anos assentados.

O setor 4 também apresentou diminuição no cálculo do ID Op31 ao longo dos anos, mesmo assim, ainda no ano de 2013 mostrou um valor expressivo, igual a 112 avarias/100 km. O principal fator apontado foi a idade de rede, com trechos com mais de 30 anos assentados. Os setores 1 e 3 exibiram diminuição nos valores do ID Op31 ao longo dos anos, sendo iguais a 74 e 73 avarias/100 km de rede no ano de 2013, respectivamente. O setor 6 praticamente dobrou o valor do ID entre os anos de 2012 e 2013, mas ainda menor que os outros setores, igual a 70 avarias/100 km de rede em 2013 (Figura 32).

Figura 32 – Resultados do cálculo do ID Op31 para cada setor de estudo (2009 a 2013).



Fonte: produzido pela própria autora.

As Figuras 33 e 34 mostram os cálculos do ID Op32 – avarias em ramais prediais e cavaletes, nessa ordem, para os 6 setores de estudo nos anos de 2009 a 2013. O setor 6 é o que mostrou o menor valor de cálculo do ID Op32 para ramais prediais e cavaletes ao longo dos anos, sendo iguais a 7 avarias em ramais prediais e 12 avarias em cavaletes para cada 1000 ramais nos anos de 2012 e 2013. Conforme citado anteriormente, desde 2011, esse setor é abastecido pelo Sistema Integrado de Abastecimento de Água da Região de Florianópolis (SIF) e está localizado no final do sistema. A pressão de rede não é elevada, variando de 10 a 30 m.c.a no máximo, sendo uma das justificativas para o baixo valor do ID Op32.

Os vazamentos em ramais prediais nos setores de 1 a 5, ao longo dos anos, diminuíram significativamente. Uma das hipóteses levantadas para a diminuição foi à troca do material dos ramais consertados e a instalação dos novos por PEAD. Os valores mais elevados, no ano de 2013, foram nos setores 5 e 1, iguais a 75 e 63 avarias para cada 1000 ramais, respectivamente.

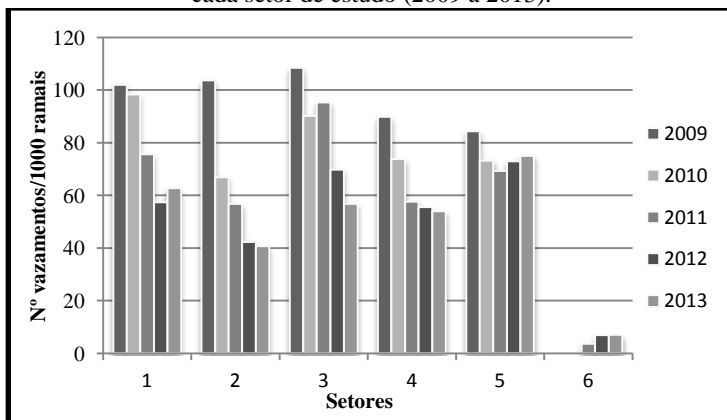
Já os vazamentos nos cavaletes aumentaram ao longo dos anos nos setores 1, 2 e 4. Nos setores 3 e 6 os consertos ficaram constantes ao longo dos anos e o setor 5 mostrou um valor elevado no ano de 2012, igual a 116 avarias nos cavaletes por 1000 ramais, mas, no ano seguinte, já apresentou diminuição. Os

maiores valores calculados para o ano de 2013 foram novamente nos setores 1 e 5, iguais a 193 e 88 avarias para cada 1000 ramais, nessa ordem.

A provável causa apontada, para os setores 1 e 5 mostrarem valores elevados para o ID Op32 para ramais e cavaletes, foi a pressão de rede. O setor 1 está localizado próximo a ETA Lagoa do Peri e ERAT 1 e não havendo grandes variações de cotas topográficas, é submetido a uma pressão estática máxima de entorno de 70 m.c.a, também não apresenta reservatório de abastecimento, com base nisso, o setor é submetido a variações bruscas de pressão ao longo do dia. Em concordância com o citado anteriormente, o setor 5 é abastecimento por um reservatório de montante localizado na cota topográfica de 78 m e é submetido a essa pressão máxima.

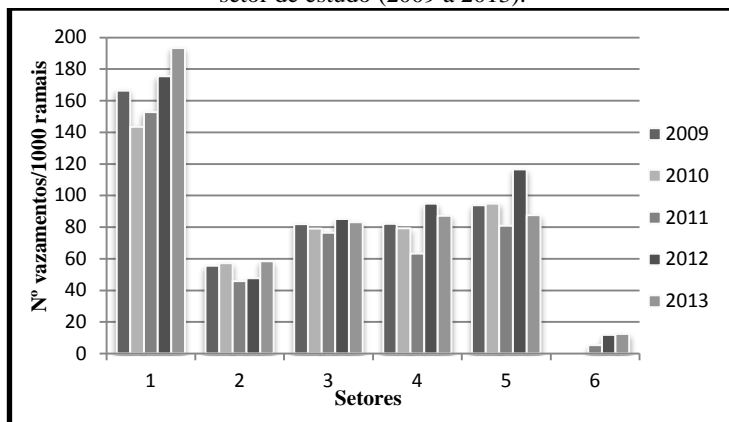
Em relação ao aumento dos vazamentos de cavaletes, a primeira hipótese indicada foi a falta de resistência dos materiais para uma pressão de trabalho elevada (maior que 50 m.c.a em algumas regiões). Porém, em consulta com a divisão de qualidade da Empresa, essa suposição foi descartada, já que recentemente os cavaletes foram submetidos a ensaios de resistência mecânica e estanqueidade com pressão de 1,5 MPa e não apresentaram nenhum sinal de vazamento, trinca, desprendimento ou qualquer outro problema. Outra causa factível ressaltada foi à falta de treinamento para a instalação e reparo dos mesmos.

Figura 33 - Resultados do cálculo do ID Op32 para ramais prediais para cada setor de estudo (2009 a 2013).



Fonte: produzido pela própria autora.

Figura 34 – Resultados do cálculo do ID Op32 para cavaletes para cada setor de estudo (2009 a 2013).



Fonte: produzido pela própria autora.

Em relação à duração média dos serviços de conserto (desde a primeira solicitação até a conclusão do serviço) – IN_{083} (horas/serviços) (denominado nesse trabalho de tempo de atendimento), a Figura 35 mostra os gráficos com o cálculo do ID para cavaletes (A), ramais prediais (B), redes de água até DN 100 mm (C) e superior a DN 100 mm (D) para os 6 setores nos anos de estudo (2009 a 2013).

A Figura 35 (A) mostra um aumento no ID IN_{083} – cavaletes ao longo dos anos nos setores de estudo, exibindo uma média para os 6 setores de 11 horas/serviço em 2009 e 18 horas/serviço no ano de 2013. No último ano analisado, os setores que mostram um maior tempo médio para a execução foram os 6, 5 e 1 com valores iguais a 21, 20 e 19 horas por serviço, mas ainda abaixo do prazo máximo atual estabelecido pela CASAN que é de 48 horas (Tabela B.3 do Anexo B).

A mesma tendência ao longo dos anos é observada para o ID IN_{083} – ramais prediais, sendo que no ano de 2009 a média para os 6 setores ficou em 13 horas/serviço e no ano de 2013 esse tempo passou para 24 horas/serviço (Figura 35 – B). Em 2012, o setor 6 exibiu um valor médio igual a 33 horas/serviço. Mas no ano seguinte esse tempo médio já reduziu para 22 horas/serviço. Os setores 5 e 2 foram os que apontaram o maior tempo médio no

ano de 2013 iguais a 29 e 27 horas/serviço. No entanto, ainda abaixo do prazo máximo atual estabelecido pela Empresa que também é de 48 horas (Tabela B.3 do Anexo B).

No que se refere à duração média dos serviços de conserto de redes de água até DN 100 mm – IN_{083} (horas/serviços) (Figura 35 – C), igualmente mostrou um aumento do tempo médio considerando os 6 setores juntos, sendo iguais a 11 e 21 horas/serviço nos anos de 2009 e 2013, nessa ordem. O setor 1 foi o único que teve uma diminuição nesse indicador, sendo iguais a 15 e 12 horas/serviços nos anos de 2009 e 2013, respectivamente. Os setores 4 e 5 exibiram um aumento significativo ao longo dos anos, sendo iguais 38 e 28 horas por serviço, respectivamente, no ano de 2013.

Por último, a Figura 35 (D) exhibe o cálculo do ID IN_{083} para redes superiores a DN 100 mm. O tempo médio de conserto considerando os 6 setores de estudo também indicou um aumento ao longo dos anos, sendo iguais a 10 e 13 horas/serviço nos anos de 2009 e 2013 respectivamente. O menor tempo médio de conserto é no setor 3, exceto em 2012 que apontou um valor de 22 horas/serviço, mas no ano seguinte esse tempo diminuiu para 8 horas/serviço. Ao longo do setor 3 passam as principais adutoras de abastecimento de água dos setores 4 e 5, por isso, a possível priorização do serviço de conserto nesse setor.

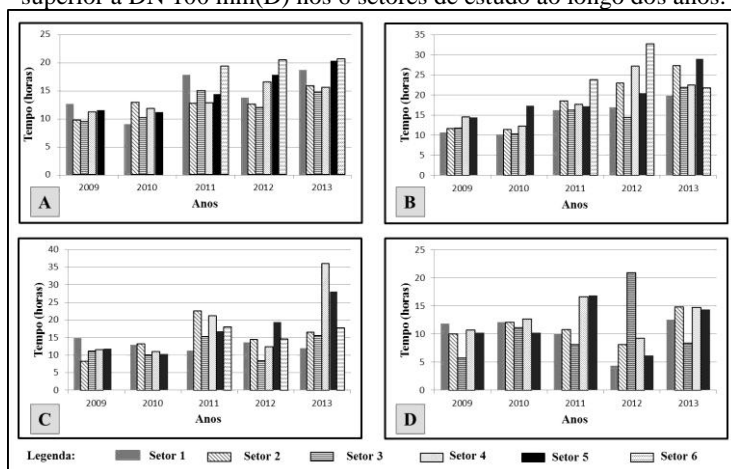
A Empresa, atualmente, institui um prazo de 48 horas para verificação da ocorrência de vazamentos em redes de água e 5 dias para o conserto, considerando todos os diâmetros (Tabela B.3 do Anexo B). Prazos máximos superiores ao calculado nos setores de estudo entre os anos de 2009 e 2013.

No geral, as principais causas apontadas que podem influenciar para o aumento da duração média dos serviços de conserto de vazamentos ID – IN_{083} (horas/serviços) foram: subdimensionamento das equipes de campo e não equipadas adequadamente, setores distantes da base operacional, trânsito intenso, principalmente na temporada de verão, distância do almoxarifado central, falta de material no estoque, falhas de cadastro, problemas de comunicação com a população, falta de procedimentos padrão na priorização dos serviços e impacto do vazamento como falta de água e rompimentos que podem prejudicar o trânsito de veículos.

Um modo de tentar diminuir a duração média dos serviços de conserto de vazamentos, além da atuação nas causas supracitadas, menciona-se a recompensa das equipes baseado nos resultados de desempenho. Chiavenato (2002, p.71) aponta que a recompensa é uma das atitudes que pode ser exercida na Empresa para melhorar a qualidade e a vantagem competitiva.

A Companhia de Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO) já utiliza um sistema de avaliação das equipes pelo cálculo de indicadores de produtividade, eficiência de roteiros, desempenho, que está relacionado com os prazos de execução, e performance que associa o tempo de reparo com o padrão obtido pela média (MEDEIROS JUNIOR, 2015).

Figura 35 – Gráficos com os resultados do Cálculo do ID IN₀₈₃ para cavaletes (A), ramais prediais (B), redes de água até DN 100 (C) e superior a DN 100 mm(D) nos 6 setores de estudo ao longo dos anos.



Fonte: produzido pela própria autora.

O cálculo do ID Pe1 – empregados por ramal (Nº/1000 ramais) para a agência Costa Sul Leste, considerando apenas funcionários na atividade operacional, pode ser visto na Tabela 23. Nos anos de 2009 e 2010 os valores encontrados do ID foram mais elevados, pois o setor 6 não era operado por essa agência. Segundo estudos sobre o quantitativo técnico de pessoal realizado na CASAN, em 2011, para cada 1500 ligações de água é indicado ter um instalador hidráulico ou agente administrativo operacional,

e destes, 25 a 30% para cortes e religações de água. A partir de 2007, os serviços de cortes e religações foram terceirizados, considerando esse fator, os quantitativos de funcionários na atividade operacional, no período de análise, estão iguais ou superiores ao estudo feito pela CASAN.

Tabela 23 – Resultados do cálculo do ID Pe1 para agência Costa Sul Leste nos anos de 2009 a 2013.

Ano	2009	2010	2011	2012	2013
Pe1 (Nº/1000 ramais)	0,60	0,63	0,40	0,32	0,34

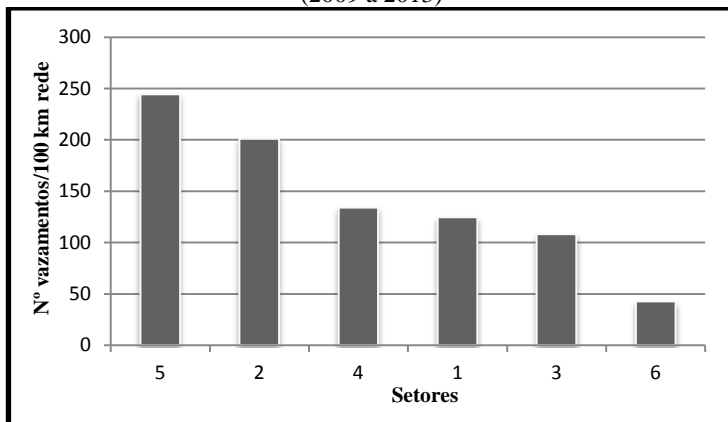
Fonte: produzido pela própria autora.

5.1.4 Análise de Pareto

Os gráficos de Pareto foram produzidos considerando a soma da quantidade total de vazamentos nos 5 anos de estudo. Cada barra representa um setor e no eixo vertical a frequência do número de consertos em redes de água por 100 quilômetros de rede (ID – Op31) e em cavaletes e ramais prediais para cada 1000 ramais (ID – Op32). No lado esquerdo do gráfico estão os setores que mostraram o maior número de consertos no período de estudo.

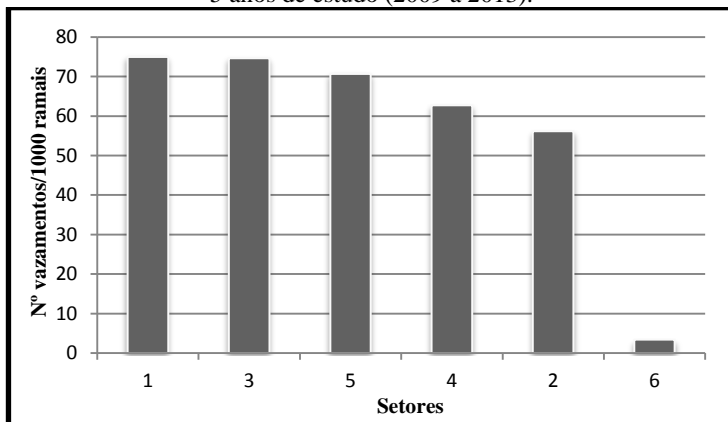
A Figura 36 mostra o gráfico de Pareto para o ID Op31. Os setores que apresentaram os maiores valores são os setores 5 e 2, sendo iguais a 245 e 201 avarias por 100 quilômetros de rede respectivamente. Em relação ao gráfico de Pareto para o ID Op32 – avarias em ramais prediais (Figura 37) observa-se que os setores 1, 3 e 5 apresentaram quantidades de consertos semelhantes, 75, 75 e 71 avarias para cada 1000 ramais respectivamente. A Figura 38 exibe o gráfico de Pareto para o ID Op32 – avarias em cavaletes. O setor 1 mostrou a maior quantidade de vazamentos, igual a 159 avarias por 1000 ramais prediais e o setor 5 apresentou o segundo maior valor, sendo igual a 89 avarias por 1000 ramais.

Figura 36 – Gráfico de Pareto para o ID Op31 para os 5 anos de estudo (2009 a 2013)



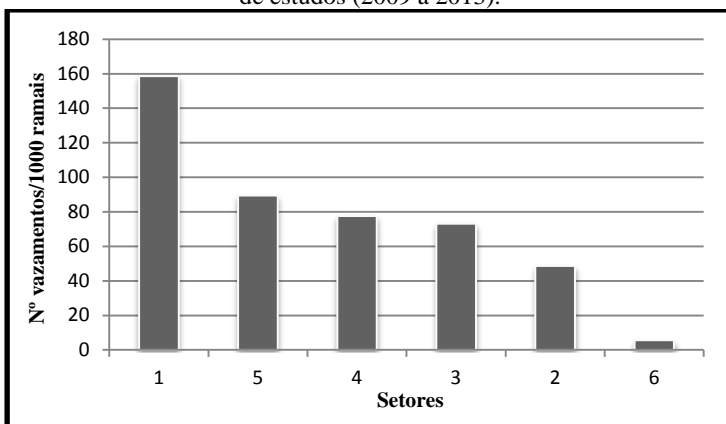
Fonte: produzido pela própria autora.

Figura 37 – Gráfico de Pareto para o ID Op32 – ramais prediais para os 5 anos de estudo (2009 a 2013).



Fonte: produzido pela própria autora.

Figura 38 – Gráfico de Pareto para o ID Op32 – cavalete para os 5 anos de estudos (2009 a 2013).



Fonte: produzido pela própria autora.

5.2 OBSERVAÇÃO

5.2.1 Processo de *Benchmarking*

A interpretação e avaliação dos indicadores de desempenho (ID) calculados foram feitos também por meio da comparação com outras empresas de saneamento nacionais e internacionais de mesma atividade, mediante o processo de *benchmarking*, com base nos dados apresentados no item 3.4.1 (Critérios de avaliação do serviço prestado). A Tabela 24 mostra os resultados do cálculo do ID Op31 - avarias em redes de água para os 6 setores de estudo no ano de 2013 e a Tabela 25 um resumo dos valores pesquisados para esse ID nas entidades internacionais e nacionais mencionadas nesse trabalho.

Os 6 setores mostraram valores do ID Op31 superiores ao máximo da Austrália WSAW (2014), média de Portugal ERSAR (2014) e Empresa SEDEPAL do Peru (ADERASA, 2013) que foram iguais a 51, 41 e 14 avarias/100 km de rede, nessa ordem. Segundo a classificação da ERSAR (2014), avaliando o ano de 2013, a área de estudo é considerada de qualidade de serviço insatisfatória.

Ainda em relação às referências internacionais citadas, o setor 5, mesmo mostrando os maiores valores para o ID Op31 no período de estudo, apresenta melhores resultados do que o IDAAN do Panamá e AYA da Costa Rica, iguais a 382 e 236 avarias/100km de rede, respectivamente e similar a EPSEL do Peru, 143 avarias/100 km de rede (ADERASA, 2013) se considerar o último ano de estudo.

No que se refere às Empresas de saneamento nacionais, os 6 setores de estudo mostraram valores de cálculo do ID Op31 menores que a COPASA de Minas Gerais com um valor excepcional de 963 avarias/100 km de rede no ano de 2011 (ADERASA, 2012) (Tabela 11). Os setores 1, 3 e 6, no ano de 2013, exibiram valores menores que o SIMAE de Joaçaba, 104,2 avarias/100 km de rede (FLEMING, 2014) (Tabela 9), mas superiores do que apresentado pela SANEAGO na cidade de Porangatu, igual a 48 avarias/100 km de rede (MEDEIROS JUNIOR, 2015) (Tabela 10).

Tabela 24 – Resultado do cálculo do ID Op31 para os setores de estudo no ano de 2013.

ID	Setores					
Op31*	1	2	3	4	5	6
(2013)	74	125	73	112	149	70

Fonte: produzido pela própria autora.

Nota: * N° de avarias/100 km de rede.

Tabela 25 – Resumo do cálculo do ID Op31 para entidades nacionais e internacionais.

ID	Entidades									
Op31*	COPASA (2011)	COMPESA (2011)	SIMAE (2013)	SANEAGO (2013)	WSAA (2012- 13)	ERSAR (2013)	SEDE- PAL (2012)	IDAAN (2012)	AYA (2012)	EPSEL (2012)
	963	153	104	48	51	41	14	382	236	143

Fonte: (MEDEIROS JUNIOR, 2015);(FLEMING, 2014);(WSAA, 2014);(ERSAR, 2014);(ADERASA, 2012);
(ADERASA,2013).

Nota: * N° de avarias/100 km de rede.

Quanto ao ID Op32 – avarias em ramais prediais, apenas o setor 6 mostrou valores menores que a SANEAGO entre os anos de 2011 a 2013, 31, 34 e 27 avarias/1000 ramais respectivamente (MEDEIROS JUNIOR, 2015) (Tabela 10). Em relação aos números do ID do SIMAE, no ano de 2011, os setores 2, 4 e 6 apresentaram valores inferiores. No ano de 2012, apenas os setores 2 e 6 e no ano de 2013, o SIMAE teve uma significativa redução no valor do ID e apenas o setor 6 mostrou resultado inferior. Os valores do SIMAE foram iguais a 66,9, 54,5 e 34,5 avarias/1000 ramais nos anos de 2011 a 2013 respectivamente (FLEMING, 2014) (Tabela 9).

A única referência para o cálculo do ID Op32 – avarias em cavaletes apresentada, foi a Empresa SANEAGO para a cidade de Porangatu. No ano de 2011, os setores 2, 4 e 6 exibiram valores inferiores, já no ano seguinte o cálculo do ID para o setor 4 teve um aumento ficando acima da referência, os setores 2 e 6 ainda mantiveram valores menores. No ano de 2013 apenas o setor 6 mostrou valor de cálculo menor que Porangatu. Os valores do ID para a Empresa SANEAGO foram iguais a 67, 71 e 52 avarias/1000 ramais nos anos de 2011 a 2013, nessa ordem (MEDEIROS JUNIOR, 2015) (Tabela 10).

Com referência à duração média dos serviços de conserto (desde a primeira solicitação até a conclusão do serviço) – IN_{083} (horas/serviços), Tardelli Filho (2006, p. 496) considera como boa gestão tempos de reparo de 10 a 24 horas. A SANEAGO estabeleceu como prazo máximo de 24 horas para a execução de serviços de cavaletes, ramais prediais e redes de água. Se considerar esses prazos como referência, no ano de 2013, os 6 setores de estudo mostraram cálculo do ID IN_{083} inferiores para consertos de redes de água com diâmetro superior a 100 mm e cavaletes. O setor 5 mostrou duração média superior para ramal predial e redes até DN 100 mm, O setor 4 para redes até DN 100 mm e o setor 2 para ramais prediais.

No que concerne aos valores do ID Pe1 - empregados para cada 1000 ramais, os números calculados para a agência CSL são menores que o apresentado pela SANEAGO para a cidade de Porangatu nos anos de 2011 a 2014. O ERSAR (2014) mostra valores de referência para qualificar o serviço prestado, todavia,

não podem ser utilizado diretamente, já que o relatório não especifica se devem ser consideradas as áreas de apoio como engenharia, recursos humanos entre outros que não foram analisadas nesse trabalho.

5.2.2 *Brainstorming*

Nesta etapa, foram sintetizadas as principais causas apontadas para os problemas constatados no Sistema de Abastecimento de Água Costa Sul Leste (SCSL) no que concerne a vazamentos de água em redes de água, ramais prediais e cavaletes e duração média dos serviços de conserto.

O setor 5 mostrou os maiores valores para o indicador de desempenho (ID) Op31 – avarias em redes de água e Op32 – avarias em ramais prediais e o segundo maior valor para o ID Op32 – avarias em cavaletes nos anos de estudo. O principal fator de causa indicado foi à pressão de abastecimento de água. Mesma hipótese assinalada para o setor 1 também apresentar valores elevados para o ID Op32 tanto para ramais prediais quanto para cavaletes.

O setor 2, apesar de exibir diminuição no cálculo do ID Op31 ao longo dos anos de estudo, teve o segundo maior valor desde 2011. Os motivos destacados foram em referência a falhas na obra de execução de assentamento das tubulações, principalmente das adutoras principais do setor, má qualidade dos materiais utilizados e idade de rede.

Outro problema observado foi o aumento da quantidade de vazamentos em cavaletes nos setores ao longo dos anos de estudo. A principal hipótese ressaltada foi à falta de conhecimento técnico na instalação e reparo dos cavaletes. Em relação à análise de uma tendência mensal na quantidade de vazamentos, foi observado um aumento nos meses da temporada de verão na cidade de Florianópolis. As causas assinaladas para esse evento foram às intermitências no fornecimento de água, ocasionando variações de pressão e entrada de ar na tubulação e também transientes hidráulicos decorrentes de manobras de rede.

E por último, foi notado o prolongamento da duração média dos serviços de consertos de vazamentos. As causas gerais indicadas foram: subdimensionamento das equipes de campo e não equipadas adequadamente, setores distantes da base

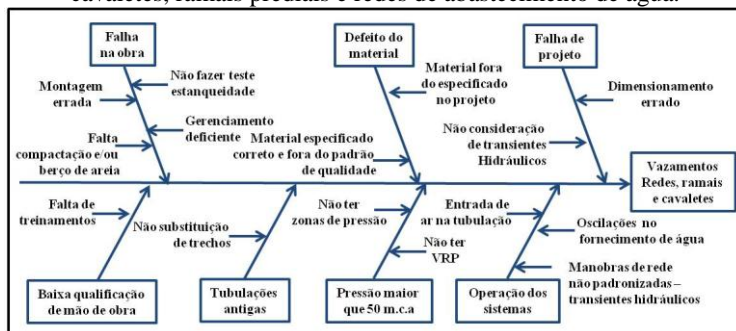
operacional, trânsito intenso, principalmente na temporada de verão, distância do almoxarifado central, falta de material no estoque, falhas de cadastro, problemas de comunicação com a população, falta de procedimentos padrões na priorização dos serviços e impacto do vazamento como falta de água e rompimento que podem prejudicar o trânsito de veículos.

5.3 ANÁLISE

5.3.1 Diagrama de causa e efeito

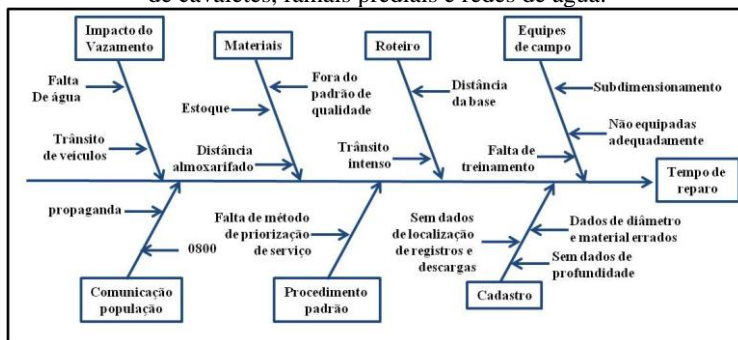
Mediante os principais possíveis fatores de causa apontados e outros pesquisados em bibliografias, foram elaborados os diagramas de causa e efeito para os problemas vazamentos em cavaletes, ramais prediais e redes de abastecimento de água e tempo de reparo (Figuras 39 e 40). A atuação em cada causa e subcausas para os problemas indicados devem ser em conjunto com outras áreas da Empresa, tais como, projetos, suprimentos, qualidade, comunicação entre outros.

Figura 39 - Diagrama de causa e efeito para o problema vazamentos em cavaletes, ramais prediais e redes de abastecimento de água.



Fonte: produzido pela própria autora.

Figura 40 – Diagrama de causa e efeito para o problema tempo de reparo de cavaletes, ramais prediais e redes de água.



Fonte: produzido pela própria autora.

5.3.2 Brainstorming

5.3.2.1 Avaliação do atual modelo de autorização de serviço (AS)

Os dados contidos, atualmente, nas AS (item 4.1.2.2 Autorização de Serviço) já podem fornecer informações importantes para o diagnóstico, gestão e melhoria da qualidade do serviço prestado nos sistemas de abastecimento de água. Todavia, esses dados para serem úteis precisam ser transformados em informações para auxiliar as tomadas de decisões e ações de melhorias na qualidade do serviço prestado. Para tal, os dados precisam ser decodificados, organizados e contextualizados em relatórios. A utilização desses dados como informação para gestão ainda não faz parte da rotina operacional da CASAN.

Ademais, foi observado que não há um procedimento padrão na anotação dos dados de campo, bem como da digitação dos mesmos no Sistema Comercial Integrado (SCI). Também, foi notado que, depois da AS encerrada no SCI, não há uma análise crítica dos dados para eliminar as redundâncias e erros, diminuindo, com isso, a exatidão e confiabilidade dos mesmos.

Chiavenato (2010, p. 504) cita sobre a grande quantidade de papel que ainda são utilizados nas empresas, dificultando a compilação das informações. O fluxo das AS do Setor Operacional de Água (SEOPA) para as equipes de campo e retorno para encerramento no SCI ainda é feito em papel

umentando a probabilidade de inconsistências. Nesse estudo, não será abordado formas de melhorias no fluxo das informações, pois já está em andamento na CASAN a implementação de um sistema piloto utilizando telefones celulares para o recebimento das AS e preenchimento dos dados de campo.

5.3.2.2 Avaliação do atual método de priorização de reparo

Atualmente, na agência operacional que atende o Sistema de Abastecimento de Água Costa Sul Leste (SCSL), a programação e priorização das AS são realizadas manualmente e de forma subjetiva pelo programador em conjunto com as equipes de campo. A orientação é priorizar as redes de água com maior diâmetro, seguido de ramais prediais e cavaletes e também observar as AS mais antigas. Contudo, não há uma padronização na forma atual de trabalho, desse modo, não se tem otimização na realização dos serviços de reparos e tão pouco metas para melhorias do serviço prestado.

5.4 PLANO DE AÇÃO

5.4.1 Plano para redução das perdas reais de água

Após o diagnóstico do serviço de reparo de vazamentos no Sistema de Abastecimento de Água Costa Sul Leste (SCSL) por meio do estudo das autorizações de serviço (AS), foi produzido um fluxograma guia para auxiliar nas ações de redução das perdas reais em um sistema de abastecimento de água (Figura 41). A primeira etapa é a setorização com delimitação das áreas de controle, seguido pelo conhecimento da área por meio de dados de macromedição, micromedição, cadastro atualizado e histórico de vazamentos nas redes de água, ramais prediais e cavaletes.

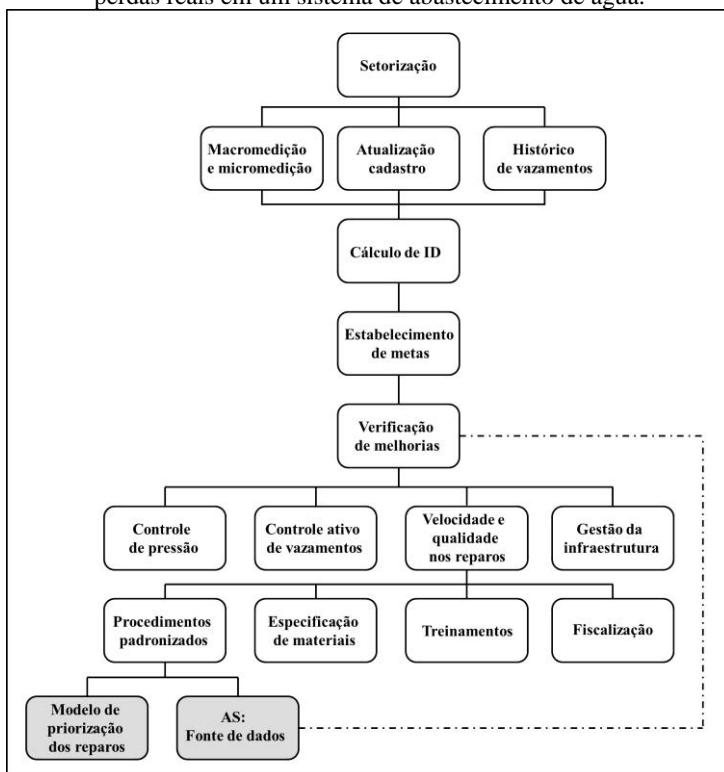
Em posse desses dados, são calculados os indicadores de desempenho (ID) conforme bibliografias já citadas (Item 3.4 Indicadores de desempenho). O papel do ID é expressar a distância entre os valores reais observados e os desejados conforme as metas estabelecidas. As metas podem ser determinadas por meio do processo de *benchmarking* entre vários

setores da Empresa e/ou com outras Empresas de mesma atividade.

Posteriormente, é feita a constatação da distância entre a condição atual e a aspirada por meio de metas e verificação das melhorias que podem ser realizadas para alcançar as metas estabelecidas. Para a redução das perdas reais no sistema, as melhorias podem ser divididas em 4 grupos: (i) Controle da pressão como a utilização de dispositivos, tais como, válvula redutora de pressão (VRP); (ii) Controle ativo de vazamentos, ou seja, a busca por vazamentos, mediante ações de gestão, conhecimento técnico e utilização de equipamentos (geofone, haste de escuta entre outros); (iii) Gestão da infraestrutura, como por exemplo, troca de trechos de redes antigas e (iv) velocidade e qualidade nos reparos.

A velocidade e qualidade nos reparos estão relacionadas: (i) materiais utilizados no reparo, esses necessitam ser inspecionados e aprovados constantemente; (ii) treinamentos das equipes de campo e áreas suporte, os custos com capacitação podem ser recuperados com a diminuição das ocorrências e volumes perdidos; (iii) fiscalização, o acompanhamento e possíveis correções de falhas na hora da execução são de suma importância e (iv) adoção de procedimentos padrões desde o recebimento das AS, programação, priorização, execução, retorno dos dados, encerramento no sistema e geração da informação. Entre os procedimentos padrões pode-se ter um modelo de priorização de serviço e utilização das AS como fonte de dados para a constante verificação de melhorias.

Figura 41 – Fluxograma guia para auxiliar nas ações de redução das perdas reais em um sistema de abastecimento de água.



Fonte: produzido pela própria autora.

5.4.1.1 Aplicação da AS como fonte de dados

Conforme avaliado no Item 5.3.2.1 (Avaliação do atual modelo de autorização de serviço), os dados contidos, atualmente, nas autorizações de serviço (AS) da CASAN, já podem fornecer informações relevantes para o diagnóstico e gerenciamento da infraestrutura de abastecimento de água, tais como, indicadores de quantidade de vazamentos por mês e setor, duração média dos serviços de conserto, tempo de execução e distâncias percorridas.

Ainda assim, são informações gerais, não expondo as causas raiz do problema. Para isso, propõe-se que sejam acrescentados nas AS os dados de caracterização do vazamento

baseado no recomendado por Brasil (2007a). Como rotina operacional, recomenda-se que as equipes de campo preencham um formulário com dados observados no instante do conserto e se disponível, registrar o vazamento com fotos. As informações do formulário serão as listadas a baixo e compiladas na Tabela 26.

- Localização do vazamento (rede, tomada d'água, adaptador, ramal predial, joelho, registro, cavalete entre outros);
- Caracterização do vazamento (amassamento, trinca longitudinal ou transversal no tubo, trinca na conexão, furo no tubo ou conexão, microfissuras no joelho entre outros);
- Medidas da trinca, fissura ou furo;
- Causa provável (peça forçada na execução, berço de areia não apropriado, tubo ou conexão de má qualidade, tubo ou conexão com corrosão, recalque no aterro, calçada ou pavimento, reaterro com material inadequado entre outros);
- Material da peça;
- Pressão.

Em posse desses dados, pode-se produzir um relatório mensal com o número de incidências acumuladas de vazamentos por localização, características e causas prováveis para auxiliar nas tomadas de decisões. A Tabela 27 exemplifica a elaboração de uma das planilhas resultados para o relatório, na qual aponta a quantidade de ocorrências de cada causa relatada no momento do conserto.

Outra ferramenta de qualidade que pode ser produzida é o diagrama de dispersão, uma vez que indica a intensidade da relação entre a causa e o efeito. Como exemplo, pode-se citar a relação entre a quantidade de vazamentos em um setor por um determinado período versus idade de rede, ilustrado na Figura 42. A difusão das informações para outras áreas relevantes, tais como suprimentos de materiais hidráulicos, projetos entre outros é proeminente para medidas preventivas de novos vazamentos.

Tabela 26 – Cabeçalho do formulário para caracterização do vazamento.

Setor:		Equipe:					Data:	
Nº	Protocolo	Localização	Caracterização	Medidas (mm)	Causa provável	Material	Pressão	
							m.c.a	hora

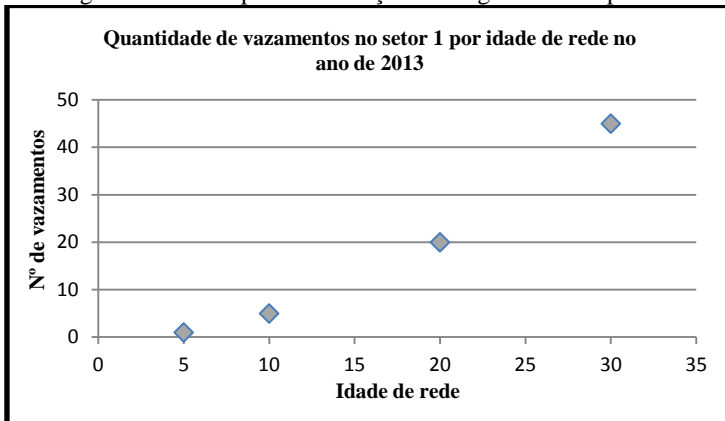
Fonte: produzido pela própria autora.

Tabela 27 – Exemplo de quadro resumo das quantidades de ocorrências de vazamentos para cada causa apontada.

Quadro resumo – Setor 1		Data: 1º semestre/2013	
Nº	Causas prováveis de vazamentos	Nº de casos	(%)
1	Berço não apropriado danificou o tubo de PEAD	21	32,8
2	Adaptador de PEAD rompido – forçado na execução	15	23,4
3	Joelho instalado com pouca fita veda-rosca	11	17,2
4	Má qualidade do tubo de PEAD	10	15,6
5	Não foi identificada a causa	7	10,9
Total		64	100

Fonte: produzido pela própria autora.

Figura 42 – Exemplo da utilização do diagrama de dispersão.



Fonte: produzido pela própria autora.

5.4.1.2 Modelo de priorização de reparo de vazamentos

Mediante ao conhecimento da situação atual da programação e priorização das autorizações de serviço (AS), é proposto um modelo de priorização de reparo de vazamentos de cavaletes, ramais prediais e redes de água visando reduzir o volume de água perdido. O modelo considera apenas um setor de execução para exemplificar o funcionamento do mesmo. Como exemplo de aplicação do modelo de priorização, considera-se que 6 AS estão pendentes no Sistema Comercial Integrado (SCI) da Empresa, com os seguintes protocolos e descrições:

1) **Protocolo 1: 23/08/2015 08:00**, cliente informa que o vazamento é no cavalete – Banco de dados 1 (Tabela 18) encontra-se que o serviço é código 1 e tempo de reparo (Tr) igual a 0,58 horas –, cliente comunica que o vazamento é da alta intensidade – Banco de dados 2 (Tabela 19) vazamento número 3 e vazão (Qv) igual a 8 l/s;

2) **Protocolo 2: 23/08/2015 14:11**, vazamento no terço da rua – serviço código 3 (rede de água DN 50 mm) e Tr igual a 2,10 horas – vazamento de alta intensidade e pressão média no ponto mais próximo é maior que 50 m.c.a – vazamento número 21 e Qv igual a 320,40 l/s;

3) **Protocolo 3: 23/08/2015 17:31**, vazamento próximo ao muro da residência – serviço código 2 (ramal predial DN 20 mm) e Tr igual a 1,32 horas – vazamento de alta intensidade e pressão média maior que 50 m.c.a – vazamento número 12 e Qv igual a 144 l/s;

4) **Protocolo 4: 23/08/2015 21:30**, vazamento no meio da rua – serviço código 4 (rede de água DN 100 mm) e Tr igual a 2,10 horas – vazamento de baixa intensidade e pressão média até 30 m.c.a – vazamento número 22 e Qv igual a 259,20 l/s;

5) **Protocolo 5: 23/08/2015 23:15**, vazamento no meio da rua – serviço código 5 (rede de água DN 300 mm) e Tr igual a 3,34 horas – vazamento de alta intensidade e pressão média maior que 50 m.c.a – vazamento número 39 e Qv igual a 1285,20 l/s;

6) **Protocolo 6: 24/08/2015 01:00**, vazamento na calçada – serviço código 2 (ramal predial DN 20 mm) e Tr igual a 1,32 horas – vazamento de média intensidade e pressão média até 30 m.c.a – vazamento número 7 e Qv igual a 64,80 l/s;

A Figura 43 expõe as AS pendentes no SCI organizadas por protocolos com os respectivos códigos (Cód.), número do vazamento, o tempo de deslocamento médio (Te), Tr e Qv. A coluna da prioridade (P) também é mostrada, no entanto, ainda não está ordenada para a execução.

Figura 43 – AS pendentes no SCI ainda não priorizadas.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Quantidade	Protocolo	Setor	Cód.	Vazamento	P	Te(horas)	Tr(hora)	Qv(L/h)
1	1	23/8/15 8:00	1	1	3	1	0,25	0,58	8,00
2	1	23/8/15 14:11	1	3	21	2	0,25	2,10	320,40
3	1	23/8/15 17:31	1	2	12	3	0,25	1,32	144,00
4	1	23/8/15 17:31	1	2	12	3	0,25	1,32	144,00
5	1	23/8/15 21:30	1	4	22	4	0,25	2,10	259,20
6	1	23/8/15 23:15	1	5	39	5	0,25	3,34	1285,20
7	1	24/8/15 1:00	1	2	7	6	0,25	1,32	64,80
8	6								
10	Volume dos vazamentos (litros)		32.440						

Fonte: produzida pela própria autora.

Em concordância com o citado no Item 4.4.1.2 (Modelo de priorização de reparo de vazamentos), a variável tempo de deslocamento médio das equipes (T_e) foi adotado com um valor fixo igual a 0,25 horas. Para a variável tempo de reparo (T_r) foi utilizado tempo médio de consertos para cavaletes, ramais prediais e redes de água até DN 100 mm e superior a DN 100 mm no ano de 2013 sem considerar material da rede, profundidade e pavimento, pois atualmente não se tem essa informação na Empresa (Tabela 22).

O processo de busca de uma solução para o problema priorização dos serviços de vazamentos, conforme parâmetros já pré-definidos (Item 4.4.1.2) e mostrados na Figura 44, é ativado pressionando-se o botão “Resolver” da ferramenta *Solver*. Os valores da coluna P (priorização) são reordenados para o resultado da solução do problema. Nesse exemplo, o programador das AS pressiona o botão “Resolver” na função de priorização no dia 24/08/2015 às 06:30 horas. As AS são reorganizadas em ordem crescente objetivando o menor volume de água perdido, que foi de 24.519 litros para a execução das 6 AS.

Figura 44 – Parâmetros pré-definidos da ferramenta *Solver*.

The image shows the 'Parâmetros do Solver' dialog box in Microsoft Excel. The objective is set to '\$F\$7'. The constraints are: '\$F\$2:\$F\$7 <= \$4\$8', '\$F\$2:\$F\$7 = TodoDiferente', '\$F\$2:\$F\$7 = numero inteiro', and '\$F\$2:\$F\$7 >= 1'. The 'Método de Solução' is set to 'GRG Não Linear'. To the right, a table displays the results of the optimization.

	E	F	G	H	I
Vazamento	P	Te(horas)	Tr(hora)	Qv(L/h)	
	3	1	0,25	0,58	8,00
	21	2	0,25	2,10	320,40
	12	3	0,25	1,32	144,00
	22	4	0,25	2,10	259,20
	39	5	0,25	3,34	1285,20
	7	6	0,25	1,32	64,80

Fonte: produzido pela própria autora.

A Figura 45 exibe a solução encontrada pela ferramenta *Solver* e a Figura 46 apresenta a tabela das AS já programadas e ordenadas conforme a função priorização. Também é mostrado o setor de execução, quantidade de equipes naquele setor, nesse exemplo igual a 1, jornada de trabalho (JT), adotada igual a 12, e o resultado do cálculo para as variáveis T_s (tempo da AS no

sistema), T_c (tempo de espera acumulado), T_v (tempo do vazamento) e Q_v (vazão de água perdida para cada AS), além das outras variáveis já citadas.

Figura 45 – Resultado da ferramenta *Solver* na função de priorização.

The Solver Parameters dialog box shows the following settings:

- Objetivo (To Change Variable): Volume dos vazamentos (litros)
- Para (To): 24.519
- Restrições (Constraints): (Empty)
- Opções (Options): Gráfico (Chart), Restrições Não Negativas (Non-negative constraints), Restrições de Escala (Scale constraints), Restrições de Integridade (Integer constraints)
- Algoritmo (Method): GRG Nonlinear Engine

The background table (AS programadas e ordenadas) is as follows:

	D	E	F	G	H	I
	Cód.	Vazamento	P	Te(horas)	Tr(hora)	Qv(L/h)
1	3	6	0,25	0,58	8,00	
3	21	2	0,25	2,10	320,40	
2	12	4	0,25	1,32	144,00	
4	22	3	0,25	2,10	259,20	
5	39	1	0,25	3,34	1285,20	
2	7	5	0,25	1,32	64,80	

Fonte: produzido pela própria autora.

Figura 46 - Tabela das AS programadas e ordenadas conforme a função priorização.

The main table data is as follows:

	JR (horas)	JA (horas)	P	Protocolo	Agora	Ts (horas)	Tr (horas)	Te (horas)	Tc (horas)	Qv (L/h)	Tv (horas)	Vp (litros)
6	12,00	12,00	1	23/8/15 23:15	24/08/2015 06:30	7,25	3,34	0,25	0,25	1285,2000	7,50	9.639
7	8,41	8,41	2	23/8/15 14:11	24/08/2015 06:30	16,32	2,10	0,25	3,84	320,4000	20,16	6.458
8	6,06	6,06	3	23/8/15 21:30	24/08/2015 06:30	9,00	2,10	0,25	6,19	259,2000	15,19	3.937
9	3,71	3,71	4	23/8/15 17:31	24/08/2015 06:30	12,98	1,32	0,25	8,54	144,0000	21,52	3.099
10	2,14	2,14	5	24/8/15 1:00	24/08/2015 06:30	5,50	1,32	0,25	10,11	64,8000	15,61	1.012
11	12,00	0,57	6	23/8/15 8:00	24/08/2015 06:30	22,50	0,58	0,25	24,25	8,0000	46,75	374

Fonte: produzido pela própria autora.

A primeira AS a ser executada conforme a função priorização é o protocolo 23/08/2015 23:15 com um volume total perdido (V_p) estimado de 9.639 litros e tempo de vazamento (T_v) de 7,50 horas. Mesmo que essa AS tenha entrado no sistema posteriormente, é um vazamento em uma rede de água com DN 300 mm, alta intensidade do vazamento e pressão média na região acima de 50 m.c.a, conseqüentemente, a perda de água é

maior. Ao término do primeiro serviço, a jornada de trabalho restante (JA) será de aproximadamente 8,41 horas.

A segunda AS para execução é o protocolo 23/08/2015 14:11, Vp estimado de 6.458 litros e Tv igual a 20,16 horas. O vazamento é em uma rede de água DN 50 mm, alta intensidade e pressão acima de 50 m.c.a. Ainda que haja uma AS para execução com diâmetro maior, esse vazamento está mais tempo no sistema e apresenta alta intensidade e pressão, assim sendo, a quantidade de água perdida é maior. A JA, após a execução da segunda AS, será de 6,06 horas.

A próxima AS para execução é o protocolo 23/08/2015 21:30 com Vp estimado de 3.937 litros e Tv igual a 15,19 horas. O vazamento é em uma rede de água DN 100 mm, baixa intensidade e pressão média na região até 30 m.c.a. JA será de, aproximadamente, igual a 3,71 horas. A quarta AS programada para execução é o protocolo 23/08/2015 17:31, Vp igual a 3.099 litros e Tv de 21,52 horas. O vazamento é no ramal predial, alta intensidade e pressão acima de 50 m.c.a. JA restante, em seguida a execução, será de 2,14 horas.

A AS com protocolo 24/08/2015 01:00 é a quinta para execução. O Vp estimado é de 1.012 litros e Tv de 15,61 horas. O vazamento é no ramal predial também, só que com média intensidade e pressão de até 30 m.c.a. A JA será de 0,57 horas após a execução dessa AS.

A AS com protocolo 23/08/2015 08:00 é um vazamento em cavalete com alta intensidade. O tempo de reparo (Tr) estimado é de 0,58 horas e tempo médio de deslocamento (Te) igual a 0,25. A soma desses tempos é maior que JA do último serviço executado (0,57), mesmo considerando uma margem de 10%. Com base nisso, essa AS não será executada nesse dia e terá que ser reprogramada.

Mediante esse exemplo, verifica-se que a AS de cavalete, por apresentar vazão de água menor, não é prioridade perante as AS de vazamentos em redes e ramais, mesmo que o Tv seja mais longo. Recomenda-se não considerar as AS de cavalete no modelo de priorização de reparo e executá-las em separado com uma equipe específica para esse conserto. Mesmo que o volume de água perdido seja menor, o vazamento em cavaletes também interfere na imagem da Empresa perante a população. Essa ação já é realizada na CASAN.

A Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) utiliza o critério de localização da ocorrência na priorização, conforme citado no Item 3.6 (Priorização de reparos de vazamentos) (SILVA, 2014). O modelo proposto, de maneira implícita, também considera essa variável e de uma forma mais completa, tenta minimizar as perdas reais de água. As tubulações com diâmetros maiores, geralmente, abastecem grandes áreas e possuem um maior volume de água perdido, por isso já são priorizadas no modelo.

Na Companhia de Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO), Medeiros Junior (2015) afirma que o foco principal é o prazo estipulado para execução e também à urgência do mesmo. Na COMPESA, dias de atrasos também é um fator na priorização (SILVA, 2014). A variável prazo de execução está relacionada com o dimensionamento das equipes de campo, otimização de roteiros, cadastros atualizados, suprimento dos almoxarifados entre outros. Por meio de um estudo, dessas outras variáveis envolvidas, podem-se estabelecer metas de execução na Empresa e incluir a variável prazo no modelo. O cumprimento do mesmo está associado com uma melhor relação com a população.

Em referência a variável urgência citada pela SANEAGO e também pela Empresa de saneamento da cidade de Columbus nos EUA (THE CITY OF COLUMBUS, 2015), está incluso o abastecimento de instituições de importância, tais como, hospitais, lares de idosos ou escolas. Nesse caso, os serviços que interferem nessas instituições, podem ser considerados como de maior relevância na execução e serem priorizados de maneira separada do modelo proposto.

O volume de água perdido em um vazamento é uma variável fundamental quando se objetiva diminuição das perdas reais em um sistema de abastecimento de água. O tempo total (T_v) e a vazão do vazamento (Q_v) são variáveis decisivas no modelo de priorização de serviço proposto. A dificuldade está em determinar a vazão do vazamento antes de executá-lo, pois depende da comunicação do atendente do 0800 com o cliente e do banco de dados 2 com informações históricas de vazamentos.

Um modo de aprimorar a informação de vazão é a utilização de um canal de comunicação, na qual o cliente seja capaz de enviar fotos do vazamento relatado. Com essa informação, o atendente preenche, de uma forma mais precisa a

“categoria do vazamento”. O programador das AS também pode ter acesso às fotos e fazer a mudança da “categoria do vazamento” conforme a experiência do mesmo.

Ademais, a caracterização dos vazamentos, conforme sugerido no item 5.4.1.1 (Aplicação da AS como fonte de dados), os registros fotográficos pelas equipes de campo e o retorno das informações para os atendentes de 0800 contribuem também para a formação do banco de dados de vazão dos vazamentos. Complementado com os treinamentos contínuos das equipes de campo e atendimento ao público.

6. CONCLUSÕES

A utilização de dados históricos contidos nas autorizações de serviço (AS) de consertos de vazamentos podem fornecer informações importantes sobre o diagnóstico da gestão de uma empresa de saneamento ao longo dos anos. Para isso, é fundamental que os dados primários sejam os mais exatos e confiáveis possíveis. A etapa de tratamento dos dados foi importante nesse estudo, em virtude da grande quantidade de incoerências encontradas nas AS do Sistema de Abastecimento de Água Costa Sul Leste (SCSL) entre os anos de 2009 a 2013.

O uso de indicadores de desempenho (ID) é uma valiosa ferramenta para simplificar e unificar os aspectos mais relevantes da gestão de uma empresa. Também auxilia nas tomadas de decisões das ações operacionais, de gestão e de serviços e permite o monitoramento das decisões consideradas. A aplicação e interpretação dos ID deve ser sempre contextualizada com informações da entidade gestora, do sistema e da região.

O cálculo dos ID Op31 – avarias em redes e Op32 – avarias em ramais prediais e cavaletes por setor e ao longo dos anos forneceram informações importantes para a localização das áreas mais críticas e indicação das causas raiz do problema.

O setor 5 mostrou os valores mais elevados para esses ID e o principal fator de causa indicado foi à pressão de abastecimento de água. Também foi possível averiguar uma diminuição nos vazamentos nesse setor, após 2012, motivada pela troca de um trecho de tubulação por tubos em ferro fundido.

O setor 2 também apresentou valores de cálculo elevado para o ID Op31, os motivos destacados foram a falha na obra de execução de assentamento das tubulações, má qualidade dos materiais utilizados e idade de rede. O setor 1 mostrou valores altos para o ID Op32 tanto para ramais prediais quanto para cavaletes e a hipótese levantada foi a pressão de rede.

Mediante o cálculo dos ID ao longo dos anos de estudo, também foi possível observar um aumento na quantidade de vazamentos em cavaletes. A principal hipótese ressaltada foi à falta de conhecimento técnico na instalação e reparo dos mesmos.

Ademais, foi constatado um aumento nos vazamentos nos meses da temporada de verão na cidade de Florianópolis. As

causas assinaladas para esse evento foram às intermitências no fornecimento de água que ocorrem normalmente nesse período e também transientes hidráulicos decorrentes da falta de procedimentos padrões nas manobras de rede.

O cálculo do ID IN₀₈₃ – duração média dos serviços executados mostrou um prolongamento da duração média dos serviços de conserto de vazamentos ao longo dos anos de estudo em todos os setores. As causas apontadas foram relacionadas com o subdimensionamento das equipes de campo e não equipadas adequadamente, trânsito de veículos, estoque de materiais e distância do almoxarifado, falha de cadastro, problemas na comunicação com a população, ausência de procedimentos padrões entre outros.

O ID Pe1 – empregados por ramal (Nº/1000 ramais) indicou que a região, no período analisado, tinha quantitativos de funcionários na atividade operacional igual ou acima do recomendado pela CASAN.

O processo de *benchmarking* realizado possibilitou a verificação da qualidade do serviço prestado de consertos de vazamentos em relação às Empresas de saneamento nacionais e internacionais consultadas. Segundo a classificação da Entidade Reguladora de Serviços de Água e Resíduos de Portugal (ERSAR), a área em estudo foi considerada de qualidade de serviço insatisfatória. Mesmo assim, mostrou resultados próximos ou melhores do que algumas referências mencionadas.

O plano de ação produzido para redução das perdas reais de água teve como base as principais causas raiz de vazamentos assinaladas: controle da pressão do sistema, controle ativo de vazamentos, gestão da infraestrutura, relacionada com a idade de rede e velocidade e qualidade dos reparos, associado com treinamentos, fiscalização, qualidade dos materiais e aplicação de procedimentos padrão.

Na utilização de procedimentos padronizados, é sugerido o uso da AS como fonte de dados para a melhoria contínua do serviço. O relato da caracterização do vazamento no instante do conserto mostra-se como uma ferramenta que pode auxiliar na busca pelas causas raiz do problema, bem como no gerenciamento do mesmo. Para tanto, é importante o treinamento das equipes de campo, o acompanhamento mensal dos dados

gerados, produção de relatórios e a difusão das informações para as áreas afins.

O modelo proposto de priorização de reparo de vazamentos apresenta-se como um relevante instrumento de apoio para a padronização das operações e manutenções dos sistemas de distribuição de água. Uma vez que diminui a subjetividade da priorização e contribui para a gestão do sistema como um todo, já que visa a redução do volume de água perdido por vazamento.

7. RECOMENDAÇÕES

Para a confiabilidade das informações futuras geradas na Empresa, recomenda-se a aplicação de procedimentos padrões, frequente análise dos dados produzidos e avaliação da importância de cada um deles e o constante treinamento dos funcionários. O comprometimento de todos na Empresa, desde o nível estratégico até o nível operacional, é de suma importância.

Indica-se, também, o estabelecimento de metas, mediante o uso de indicadores de desempenho, para avaliação do serviço prestado. Em relação ao aumento da duração média dos serviços de conserto de vazamentos ao longo do tempo, sugere-se o estudo de um método de recompensa das equipes baseado nos resultados de desempenho no reparo.

Para a melhoria do modelo de priorização de reparo de vazamentos proposto, os parâmetros tempo de acesso e tempo interno de deslocamento foram adotados. Recomenda-se elaborar indicadores, por meio de rastreamento dos veículos. Para mais, sugere-se, também, a correlação entre as variáveis tempo de reparo e diâmetro de rede, material, profundidade e tipo de pavimento. Essas informações contribuem para aproximar do tempo real das equipes em campo.

A informação de vazão do vazamento pode ser aperfeiçoada por meio de um canal de comunicação entre a população e a Empresa, na qual o cliente possa enviar fotos do vazamento relatado. Os dados de caracterização, no instante do conserto, também podem contribuir para o banco de dados vazão do vazamento. Ainda pode-se considerar no modelo, a variável urgência como de maior relevância, em que está incluso o abastecimento de instituições como hospitais, lares de idosos, escolas entre outros.

Como próximos passos para o trabalho, recomenda-se o desenvolvimento de um *software* baseado no modelo de priorização de reparo de vazamentos proposto, em que, conecte com as informações inseridas do Sistema Comercial Integrado (SCI) da Empresa. Também, é importante a criação de um banco de dados com informações históricas dos serviços de vazamentos para contribuir com o aprimoramento contínuo do modelo de priorização.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA REGULADORA DO ESTADO DE SANTA CATARINA (AGESAN). **Resolução nº 011**, de 13 de outubro de 2011, que estabelece condições técnico-operacionais e procedimentos de fiscalização da prestação dos serviços públicos de água potável. Florianópolis, 2011.

ALEGRE, H. **Indicadores de desempenho de sistemas de abastecimento de água**: trabalho em curso no âmbito da IWSA. Lisboa: Associação Portuguesa de Recursos Hídricos, 1998.

ALEGRE, H; HIRNER, W; BAPTISTA, J.M; PARENA, R. **Indicadores de Desempenho para Serviços de Abastecimento de Água**. Tradução e adaptação de Patrícia Duarte, Helena Alegre e Jaime M. Baptista. Portugal: Instituto Regulador de Águas e Resíduos e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2004. 277 p.

AMARANTE, J.J.C. Gestão da Comercialização dos Serviços de Saneamento Básico. In: PHILIPPI JR, A; GALVÃO, A.C. (Org.). **Gestão do saneamento Básico**: abastecimento de água e esgotamento sanitário. Barueri, SP: Manole, 2012. p. 297-330.

ASOCIACIÓN DE ENTES REGULADORES DE ÁGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE LAS AMÉRICAS (ADERASA). **Manual de indicadores de gestión para agua potable y alcantarilado sanitario**. Buenos Aires, 2012. 54 p.

ASOCIACIÓN DE ENTES REGULADORES DE ÁGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE LAS AMÉRICAS (ADERASA). **Manual de indicadores de gestión para agua potable y alcantarilado sanitario**. Buenos Aires, 2013. 46 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12.218**: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 24.512**: Diretrizes para gestão dos prestadores de serviço de água e para avaliação dos serviços de água potável. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 24.510**: Diretrizes para avaliação e para melhoria dos serviços prestados ao usuário. Rio de Janeiro, 2012a.

AZEVEDO NETTO, J. M. **Manual de Hidráulica**. 8. ed. São Paulo, SP: Edgard Blucher, 1998. 669 p.

BAPTISTA, J.M. **Como melhorar a qualidade em sistemas de abastecimento de água**. Lisboa: Instituto Regulador de Águas e Resíduos e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, [s.d.]. 16 p.

BEAL, A. **Gestão estratégica da informação**: como transformar a informação e a tecnologia da informação em fatores de crescimento e de alto desempenho nas organizações. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2004. 137 p.

BEUREN, I.M. **Gerenciamento da informação**: um recurso estratégico no processo de gestão empresarial. 2. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2000. 104 p.

BRASIL. Ministério das Cidades, Secretária Nacional de Saneamento Ambiental. **Programa nacional de combate ao desperdício de água**: DTA-A2 – Indicadores de perdas nos sistemas de abastecimento de água. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2004. 80 p.

BRASIL. **Lei nº 11.445**, de 05 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, 2007.

BRASIL. Ministério das Cidades, Secretária Nacional de Saneamento Ambiental. **Técnicas de operação em sistemas de abastecimento de água**: pesquisa e combate a vazamentos não visíveis. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2007a. 87 p. (Guia Prático, V.3).

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Ministério das Cidades, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2010.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Brasília, 2010a. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/>>. Acesso em: 29 jul. 2013.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS): Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2012**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2014. 164 p.

CAMPOS, V.F. **Controle da qualidade total** (no estilo japonês). 5. ed. Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1992.

CHIAVENATO, I. **Gerenciando pessoas: como transformar gerentes em gestores de pessoas**. 4. Ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 271 p.

CHIAVENATO, I. **Gestão de pessoas: o novo papel dos recursos humanos nas organizações**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 579 p.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). **Banco de Dados Operacionais – BADOP**. Florianópolis, 2013.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). **Cadastro técnico**. Florianópolis, 2013a.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). **Sistema Comercial Integrado (SCI)**. Florianópolis, 2015.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). **Manual de Serviços de Instalação Predial de Água e Esgotos Sanitários**. Florianópolis, [20--?].

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (SABESP). Tubulação velha causa desperdício em São Paulo. **Revista Veja**, São Paulo, abr. 2014. Disponível em: <http://veja.abril.com.br/noticia/brasil/tubulacao-velha-causa-desperdicio-de-agua-em-sp>. Acesso em: 6 out. 2014.

COSTA, R. F. Análise da infraestrutura em redes de abastecimento: Gestão de combate a perdas de água. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 8, 2009, Campo Grande. **Anais...**Campo Grande, MS, 2009.

COVAS, D; RAMOS, H. Minimização de Perdas de Água em Sistemas de Abastecimento. In: GOMES, H.P; GARCÍA, P.R; REY, P.L.I. (Org.). **Abastecimento de água: o estado da arte e técnicas avançadas**. João Pessoa, PB: UFPB – Editora Universitária, 2007. p. 45-66.

CUTOLO, S.A; GIATTI, L.L. RIOS, L. Utilização de Ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas no Saneamento Básico. In: PHILIPPI JR, A; GALVÃO, A.C. (Org.). **Gestão do saneamento Básico: abastecimento de água e esgotamento sanitário**. Barueri, SP: Manole, 2012. p. 945-988.

DACAH, N.G. **Saneamento Básico**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 1984. 293 p.

DEMING, W.E. **Qualidade: A revolução da administração**. Tradução Clave Comunicações e Recursos Humanos. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990. 367 p.

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE RIO CLARO (DAEE). **Contas altas**. Rio Claro, jun 2012. Disponível em: <http://www.daaeriolclaro.sp.gov.br/pagina.geral.php?pagina=contas>. Acesso em: 23 ago. 2015.

DISTRICT OF COLUMBIA WATER AND SEWER AUTHORITY (DC WATER). **Life cycle of a water main break**. Columbia, Whashington, 2015. Disponível em: https://www.dewater.com/wastewater/watermain_break.cfm. Acesso em: 11 out. 2015.

ENTIDADE REGULADORA DOS SERVIÇOS DE ÁGUA E RESÍDUOS (ERSAR). **Relatório anual dos serviços de águas e resíduos em Portugal (2013)**. Volume 3 – Avaliação da qualidade do serviço prestado aos. Portugal: Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos, 2014. 311 p.

FARLEY, M; WYETH, G; GHAZALI, Z.B.M; INSTANDAR, A, SINGH, S. **The manager's Non-Revenue Water Handbook: A Guide to Undertading Water Losses**. United States of America: Ranhill Utilities Berhad and the United States Agency for International development (USAID), 2008. 98 p.

FERREIRA, L.M; WANZELER, M.S; SILVA, M.G; MOREIRA, B.B. Utilização do MASP, através do ciclo PDCA, para o tratamento do problema de altas taxas de mortalidade de aves em uma empresa do setor avícola. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 30, 2010, São Carlos. **Anais...**São Carlos, SP, 2010.

FLEMING, A. **Dados SIMAE de Joaçaba** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <diretoriadj@simae.sc.gov.br> em 21 jul. 2014.

GALLOPIN G.C. Indicators and their use: information for decision-making In: MOLDAN, B. BIILHARZ, S. **Sustainability indicators**: report of the project on indicators of sustainable development. France: Wiley/Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), 1997. Disponível em: <http://www.scopenvironment.org/downloadpubs/scope58/ch01-introd.html>. Acesso em: 12 jul. 2014.

GOUVEIA, L.B; RANITO, J. **Sistemas de informação de apoio à gestão**. Porto, Portugal: SPI – Sociedade Portuguesa de Inovação, 2004.

HOSKEN, M.J.C. **Produzindo e montando sua qualidade**. 2. ed., 2012. Disponível em: http://www.qualiblog.com.br/wp-content/uploads/2012/08/Produzindo_Montando_Qualidade.pdf. Acesso em: 20 jun. 2014.

ISHIKAWA, K. **Controle de Qualidade Total: À maneira Japonesa**. Tradução Iliana Torres. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1993.

LAMBERT, A.O; BROWN, T.G; TAKIZAWA, M; WEIMER, D. **A review of performance indicators for real losses from water supply systems**. IWA/AQUA, 2000. 12 p.

LAMBERT, A.O. **Water losses management and techniques**. In: Internacional Water Association Congress, Berlim, 2001. 1-22 p.

LEITE, M; ALMEIDA, L; GERAQUE, E; CANZIAN, F; GARCIA, R; AMORA, D. Líquido e incerto: o futuro dos recursos hídricos no Brasil. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 2014. Disponível em: <http://arte.folha.uol.com.br/ambiente/2014/09/15/crise-da-agua/>. Acesso em: 25 set. 2014.

MEADOWS, D. **Indicators and information systems for sustainable development**. Sustainability Institute, Hartland Four Corners VT, 1998. 95 p.

MEDEIROS JUNIOR, W.J. **Dados SANEAGO de Porangatu** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <wanir@saneago.com.br> em 14 ago. 2015.

MIRANDA, E. C. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. In: GALVÃO JUNIOR, A. C.; SILVA, A. C. **Regulação: indicadores para prestação de serviços de água e**

esgoto. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora LTDA, 2006. p. 75-90.

MOLINARI, A. Panorama mundial. In: GALVÃO JUNIOR, A. C.; SILVA, A. C. **Regulação**: indicadores para prestação de serviços de água e esgoto. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora LTDA, 2006. p. 54-74.

MONTENEGRO, H.F.M; SATO, G.A; TIMÓTEO, T.F. Normas ISO 24500 e avaliação de desempenho no saneamento básico. In: PHILIPPI JR, A; GALVÃO, A.C. (Org.). **Gestão do saneamento Básico**: abastecimento de água e esgotamento sanitário. Barueri, SP: Manole, 2012. p. 1088-1112.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G.C. **Applied statistics and probability for engineers**. 5. ed. Estados Unidos: John Wiley & Sons, Inc, 2011. 774 p.

OLIVEIRA, D.P.R. **Sistemas de informações gerenciais**: estratégias táticas operacionais. 9. ed. São Paulo, Editora Atlas S.A, 2004. 285 p.

OLIVEIRA, D.P.R. **Planejamento estratégico**: conceitos, metodologia e práticas. 32. ed. São Paulo: Atlas, 2014. 343 p.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Environmental indicators**: development, measurement and use. Paris: OECD, 2003. 37 p.

PEROTTO, E; CAZIANI, B; MARCHESI, R; BUTELLI P. **Environmental performance, indicators and measurement uncertainty in EMS context**: a case study. Elsevier, Journal of Cleaner Production 16, p. 517-530, 2008.

PINTO, L.C.B. Gestão de Perdas no saneamento básico. In: PHILIPPI JR, A; GALVÃO, A.C. (Org.). **Gestão do saneamento Básico**: abastecimento de água e esgotamento sanitário. Barueri, SP: Manole, 2012. p. 355-391.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS (PMF).

Secretaria Municipal de Habitação e Saneamento Ambiental.

Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico - PMISB.

2011. 299 p. Disponível em:

<http://portal.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/03_05_2012_14.46.49.25dd2a5bc5c3f7e5f6b89701f02e2594.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2013.

REIS, L.F; CHEUNG, P.B. Os vazamentos nas redes de distribuição de água. In: GOMES, H.P; GARCÍA, P.R; REY, P.L.I. (Org.). **Abastecimento de água: o estado da arte e técnicas avançadas.** João Pessoa, PB: UFPB – Editora Universitária, 2007. p. 67-84.

RIBEIRO NETO, A.F.R. Aplicação do Método de Análise e Solução de Problemas – MASP. **Revista online:** Especialize – IPOG, Goiania, GO, n.2, 2012. Disponível em:

<http://www.ipog.edu.br/uploads/arquivos/10ecd48bac7a6e14dfc859ce6c8890ef.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2014.

SEIXAS FILHO, C. **Muito além da sala de controle.** Ponto de Vista: Saneas, São Paulo, v. 2, n. 24, p. 4-5, dez. 2006.

Disponível em:

<http://www.aesabesp.org.br/arquivos/saneas/saneas24.pdf>.

Acesso em: 15 out. 2014.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **Santa Catarina em números – Florianópolis.** 2010. 123 p. Disponível em

<[http://www.sebrae-](http://www.sebrae-sc.com.br/scemnumero/arquivo/Florianopolis.pdf)

[sc.com.br/scemnumero/arquivo/Florianopolis.pdf](http://www.sebrae-sc.com.br/scemnumero/arquivo/Florianopolis.pdf)>. Acesso em: 29 jul. 2013.

SILVA, N.A.S; LUVISOTTO JUNIOR, E. Indicadores de Gestão para Sistemas de Abastecimento de Água. In: Simpósio Iberoamericano de redes de água, esgoto e drenagem, 1, 2002, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPB, 2002.

SILVA, N.A.S. **Pesquisa de indicadores para gestão de sistemas de abastecimento de água.** 2003. 170 p. Dissertação

(Mestrado em Engenharia Civil na área de Concentração de Recursos Hídricos) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2003.

SILVA, A.C; SOBRINHO, G.B. Regulação dos serviços de água e esgoto. In: GALVÃO JUNIOR, A. C.; SILVA, A. C.

Regulação: indicadores para prestação de serviços de água e esgoto. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora LTDA, 2006. p. 145-159.

SILVA, A.C; SOBRINHO, G.B. Indicadores da prestação dos serviços: induzindo transparência, eficiência e eficácia nos serviços públicos de saneamento básico. In: GALVÃO JUNIOR, A.C; XIMENES, M.M.A.F. **Regulação:** normatização da prestação de serviços de água e esgoto. Fortaleza: Pouchain Ramos, 2008. P. 347-367.

SILVA, A.C. **Dados COMPESA** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <afranio@compesa.com.br> em 17 jul. 2014.

SILVA JUNIOR, E.G; CABRAL, R.C. **Indicador de vulnerabilidade da infraestrutura** – uma proposta para o diagnóstico e tomada de decisões no combate às perdas reais. Saneas, São Paulo, ano XIII, n. 55, p. 29-35, abr-jul. 2015. Disponível em:

<http://aesabesp.org.br/arquivos/saneas/saneas55.pdf>. Acesso em: 11 out. 2015.

SPERLING, T.L; SPERLING, M.V. Sistemas de Informações para Gestão do Saneamento Básico. In: PHILIPPI JR, A; GALVÃO, A.C. (Org.). **Gestão do saneamento Básico:** abastecimento de água e esgotamento sanitário. Barueri, SP: Manole, 2012. p. 823-858.

TARDELLI FILHO, J. Controle e redução de perdas. In: TSUTIYA, M.T. **Abastecimento de Água**. 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. P. 457-526.

THE CITY OF COLUMBUS. **Water Main Breaks**. Columbus, Ohio, 2015. Disponível em: <https://columbus.gov/Templates/Detail.aspx?id=55922>. Acesso em: 11 out. 2015.

TSUTIYA, M.T. **Abastecimento de Água**. 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006, 643 p.

UNITED NATION. **The Mellennium Development Goals Report**. New York: United Nation, 2014.

WATER SERVICES ASSOCIATION OF AUSTRALIA (WSAA). **National Performance report 2012-13: Urban water utilities**. Camberra: National Water Comission, 2014. 160 p.

WERKEMA, M.C.C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 404 p. (Ferramentas da qualidade ; 2).

ANEXO A

CD com as plantas gráficas do Sistema de Abastecimento de Água Costa Sul Leste (SCSL) mostrando os setores de estudo.

ANEXO B

Dados do Sistema de Abastecimento de Água Costa Sul Leste (SCSL) da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN).

Tabela B.1 – Quadro de funcionários da agência Costa Sul Leste de janeiro de 2009 a dezembro de 2013 (continua).

Ano	2009											
Funcionários/mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Total atividade operacional	14	10	10	10	11	11	11	11	12	11	12	12
Total atividade apoio técnico e administrativo	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Total de funcionários	19	15	16	16	17	17	17	17	18	17	18	18
Ano	2010											
Funcionários/mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Total atividade operacional	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13
Total atividade apoio técnico e administrativo	6	6	6	6	6	5	5	6	7	7	7	7
Total de funcionários	18	18	18	18	18	17	17	18	19	20	20	20
Ano	2011											
Funcionários/mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Total atividade operacional	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Total atividade apoio técnico e administrativo	7	7	7	7	8	6	6	6	6	6	6	6
Total de funcionários	19	19	19	19	20	18	18	18	18	18	18	18

Tabela B.1 – Quadro de funcionários da agência Costa Sul Leste de janeiro de 2009 a dezembro de 2013 (conclusão).

Ano		2012											
Funcionários/mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Total atividade operacional	12	11	11	11	11	11	11	11	11	11	10	10	
Total atividade apoio técnico e administrativo	6	6	7	7	6	6	6	7	7	7	7	7	
Total de funcionários	18	17	18	18	17	17	17	18	18	18	17	17	
Ano		2013											
Funcionários/mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Total atividade operacional	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	
Total atividade apoio técnico e administrativo	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	
Total de funcionários	18	18	18	18	18	18	19	19	19	19	19	19	

Fonte: (CASAN, 2013).

Tabela B.2 – Dados de número de ligações, economias e população total atendida para cada setor e ano de estudo.

Ano	Setor	Nº ligações água	Nº economias	População total atendida
2009	1	1.118	1.283	4.229
	2	6.831	7.438	25.840
	3	7.027	8.562	22.866
	4	3.219	4.806	12.102
	5	1.696	2.492	4.910
	6	---	---	---
2010	1	1.150	1.305	4.151
	2	7.101	7.858	27.451
	3	7.486	9.279	22.544
	4	3.296	4.935	11.962
	5	1.763	2.583	5.089
	6	---	---	---
2011	1	1.178	1.013	3.619
	2	7.367	8.528	22.634
	3	7.891	9.833	23.569
	4	3.365	5.025	12.474
	5	1.804	2.642	5.488
	6	8.543	9.541	7.259
2012	1	1.168	1.338	3.610
	2	7.545	8.450	23.322
	3	8.152	10.627	28.860
	4	3.387	5.125	12.243
	5	1.838	2.687	6.008
	6	8.713	9.788	7.529
2013	1	1.227	1.430	3.448
	2	7.994	9.034	24.926
	3	8.717	11.598	31.402
	4	3.521	5.371	12.413
	5	1.907	2.786	6.236
	6	9.221	10.464	8.773

Fonte: (CASAN, 2013).

Tabela B.3 – Códigos de serviços utilizados para a geração dos dados históricos de Autorização de Serviço (AS) (continua).

Categorias	Códigos do serviço	Descrição	Prazo
Conserto de cavalete	3101	LA conserto de cavalete danificado	48 horas
	3110	LA conserto cavalete por desgaste de peça	
Conserto de ramal predial	3102	LA conserto ramal predial com vazamento local com asfalto	48 horas
	3104	LA conserto ramal predial com vazamento local sem asfalto	
	3151	LA conserto ramal predial danificado DN 1/2" E 3/4" local com asfalto	
	3153	LA conserto ramal predial danificado DN 1/2" E 3/4" local sem asfalto	
	3161	LA conserto ramal predial danificado DN 1" local com asfalto	
	3163	LA conserto ramal predial danificado DN 1" local sem asfalto	
	3171	LA conserto ramal predial danificado DN 1 1/2" local com asfalto	
	3173	LA conserto ramal predial danificado DN 1 1/2" local sem asfalto	
	3181	LA conserto ramal predial danificado DN 2" local com asfalto	
	3183	LA conserto ramal predial danificado DN 2" local sem asfalto	
	3191	LA conserto ramal predial danificado DN superior a 2" local com asfalto	
	3193	LA conserto ramal predial danificado DN superior a 2" local sem asfalto	

Tabela B.3 – Códigos de serviços utilizados para a geração dos dados históricos de Autorização de Serviço (AS) (conclusão).

Categorias	Códigos do serviço	Descrição	Prazo
Conserto de rede até DN 100 mm	3808	LA verificação de vazamento	48 horas
	5808	RA verificação de vazamento	
	5102	RA conserto de rede em ferro DN até 100mm local com asfalto	5 dias
	5104	RA conserto de rede em ferro DN até 100mm local sem asfalto	
	5112	RA conserto de rede em pvc DN até 100mm local com asfalto	
	5114	RA conserto de rede em pvc DN até 100mm local sem asfalto	
	5152	RA conserto de rede em pvc def ^o P DN 100mm local com asfalto	
	5154	RA conserto de rede em pvc def ^o P DN 100mm local sem asfalto	
Conserto de rede DN superior a 100 mm	3808	LA verificação de vazamento	48 horas
	5808	RA verificação de vazamento	
	5106	RA conserto de rede em ferro DN superior a 100mm local com asfalto	5 dias
	5108	RA conserto de rede em ferro DN superior a 100mm local sem asfalto	
	5116	RA conserto de rede em pvc DN superior a 100mm local com asfalto	
	5118	RA conserto de rede em pvc DN superior a 100mm local sem asfalto	
	5156	RA conserto de rede em pvc def ^o P DN superior a 100mm local com asfalto	
	5158	RA conserto de rede em pvc def ^o P DN superior a 100mm local sem asfalto	
Falta de água	3802	LA verificação de falta de água	24 horas
	5812	RA verificação de falta de água	
Fornecimento de Caminhão-pipa	3962	LA fornecimento caminhão-pipa	24 horas

Fonte: (CASAN, 2015).

ANEXO C

Dados das autorizações de serviço (AS) executadas e finalizadas no Sistema Comercial Integrado (SCI) da CASAN.

Figura C.1 – Autorização de Serviço (AS) executada e finalizada no Sistema Comercial Integrado da CASAN (página 1).

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO				Data: 31/10/2014	
Sistema Comercial Integrado - SCI				Hora: 10:30	
VISUALIZAÇÃO DE AS DE LOGRADOURO				Página: 1	
Protocolo: 17/08/2014 01:07 801412	Data Hora Abertura: 17/08/2014 02:00 801412 C_LMATIOLA	Desdobramento:			
Situação: Executado	Serviço Solicitado: 8068-RA VER, VAZAMENTO				
Agência: 796-FLORIANÓPOLIS COSTA SULLESTE	Direito Operac.: 79225-RIBERÃO DA LHA	Setor de Exec.: 022-Oien CDEP			
Solicitante: SERGIO	Telefone: [REDACTED]				
Motivo Solicitação: CLIENTE INFORMA VAZAMENTO DE AGUA NA CALÇADA / SOLICITA URGENCIA / FORTE VAZAMEN TO					
Endereço/Compl.: BAIRRO CAMPECHE # PRÓXIMO DO Nº1000# NA FRENTE DA MAÇONARIA # AO LADO DO RESTAURANTE MANE QUERIDO					
Dados do Logradouro					
Município: 796-FLORIANÓPOLIS - COSTA SULLESTE					
Logradouro: 001291 - AV. PEQUENO PRINCPICE					
Endereço/Compl.: BAIRRO CAMPECHE # PRÓXIMO DO Nº1000# NA FRENTE DA MAÇONARIA # AO LADO DO RESTAURANTE MANE QUERIDO					
Dados da Programação					
Data Programada: 17/08/2014		Primeira Programação: 17/08/2014		Data Hora Última Programação: 18/08/2014 07:39 006465 ROMATOS	
Dados da Execução					
Responsável Base: 00465-ROSA MARIA DA ROCHA MATOS				Equipe: 1131	
Pensar: CONSERVADO VAZAMENTO NA REDE					
Dt. Hora Encerramento: 18/08/2014 07:39 006465 ROMATOS		Hora Inicio Serviço: 17/08/2014 08:30		Hora Final Serviço: 17/08/2014 13:00	
Serviços Executados					
Serviço	Qtz. Exec.	Horas Extra	Tipos Faturam.	Matricula	Pensar
5115-RA CONS. PVC DN SUP. 100MM LOC. CASP	04-30	00:00	Não Faturavel		
Material Utilizado					
Material	Descrição	Qtde.	Tipo Unidade	Tipo Faturto	
2962	LUBA FOFO BB DN 150 JE	2	Peça	Não Faturar	
5483	TUBO PVC DEFOFO PB DN 150 JE	3	Metro	Não Faturar	
48155	TEE FOFO BB TUBO PBA DN 75X75 JE	3	Peça	Não Faturar	
2967	LUBA FOFO BB DN 75 JE	2	Peça	Não Faturar	
Colaboradores de Execução de AS					
	Matricula	Nome	Tipo Colaborador		
	9461	AMARILDO CARLOS DE MARIA	Servidor		
	8600	ISMAEL FERNANDES	Servidor		
	8919	FABIO MATEUS CASTANHA	Servidor		

Fonte: (CASAN, 2015).

Figura C.2 – Autorização de Serviço (AS) executada e finalizada no Sistema Comercial Integrado da CASAN (página 2).

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO				Data: 31/10/2014	
Sistema Comercial Integrado - SCI				Hora: 10:30	
VISUALIZAÇÃO DE AS DE LOGRADOURO				Página: 2	
Protocolo: 17/08/2014 01:07 801412	Data Hora Abertura: 17/08/2014 02:00 801412 C_LMATIOLA	Desdobramento:			
Situação: Executado	Serviço Solicitado: 8068-RA VER, VAZAMENTO				
Agência: 796-FLORIANÓPOLIS COSTA SULLESTE	Direito Operac.: 79225-RIBERÃO DA LHA	Setor de Exec.: 022-Oien CDEP			
Solicitante: SERGIO	Telefone: [REDACTED]				
Motivo Solicitação: CLIENTE INFORMA VAZAMENTO DE AGUA NA CALÇADA / SOLICITA URGENCIA / FORTE VAZAMEN TO					
Endereço/Compl.: BAIRRO CAMPECHE # PRÓXIMO DO Nº1000# NA FRENTE DA MAÇONARIA # AO LADO DO RESTAURANTE MANE QUERIDO					
Histórico Trabalhos					
	Data Execução	Hora Inicio	Hora Fim	Horas Trabalhadas	Horas Fora Horário
	17/08/2014	08:30	13:00	04:30	00:00

Fonte: (CASAN, 2015).

ANEXO D

Resultados das análises das autorizações de serviço (AS).

Tabela D.1 – Quantidade de AS solicitadas e executadas no setor 1.

Setor 1 – Armação do Pântano do Sul	2009	Conserto de cavalete	186
		Conserto de ramal predial	114
		Conserto de rede até DN 100mm	45
		Conserto de rede maior que DN 100mm	12
		Falta de água	27
		Fornecimento de caminhão-pipa	0
	2010	Conserto de cavalete	165
		Conserto de ramal predial	113
		Conserto de rede até DN 100mm	51
		Conserto de rede maior que DN 100mm	23
		Falta de água	13
		Fornecimento de caminhão-pipa	0
	2011	Conserto de cavalete	180
		Conserto de ramal predial	89
		Conserto de rede até DN 100mm	25
		Conserto de rede maior que DN 100mm	24
		Falta de água	19
		Fornecimento de caminhão-pipa	0
	2012	Conserto de cavalete	205
		Conserto de ramal predial	67
		Conserto de rede até DN 100mm	26
		Conserto de rede maior que DN 100mm	24
		Falta de água	26
		Fornecimento de caminhão-pipa	0
2013	Conserto de cavalete	237	
	Conserto de ramal predial	77	
	Conserto de rede até DN 100mm	14	
	Conserto de rede maior que DN 100mm	17	
	Falta de água	28	
	Fornecimento de caminhão-pipa	0	

Fonte: produzido pela própria autora.

Tabela D.2 – Quantidade de AS solicitadas e executadas no setor 2.

Setor 2 – Ribeirão da Ilha	2009	Conserto de cavalete	379
		Conserto de ramal predial	708
		Conserto de rede até DN 100mm	268
		Conserto de rede maior que DN 100mm	66
		Falta de água	148
		Fornecimento de caminhão-pipa	0
	2010	Conserto de cavalete	406
		Conserto de ramal predial	475
		Conserto de rede até DN 100mm	122
		Conserto de rede maior que DN 100mm	23
		Falta de água	118
		Fornecimento de caminhão-pipa	0
	2011	Conserto de cavalete	337
		Conserto de ramal predial	418
		Conserto de rede até DN 100mm	126
		Conserto de rede maior que DN 100mm	34
		Falta de água	112
		Fornecimento de caminhão-pipa	0
	2012	Conserto de cavalete	359
		Conserto de ramal predial	319
		Conserto de rede até DN 100mm	68
		Conserto de rede maior que DN 100mm	43
		Falta de água	100
		Fornecimento de caminhão-pipa	65
2013	Conserto de cavalete	467	
	Conserto de ramal predial	325	
	Conserto de rede até DN 100mm	64	
	Conserto de rede maior que DN 100mm	43	
	Falta de água	161	
	Fornecimento de caminhão-pipa	10	

Fonte: produzido pela própria autora.

Tabela D.3 – Quantidade de AS solicitadas e executadas no setor 3.

Setor 3 – Campeche	2009	Conserto de cavalete	575
		Conserto de ramal predial	762
		Conserto de rede até DN 100mm	205
		Conserto de rede maior que DN 100mm	18
		Falta de água	215
		Fornecimento de caminhão-pipa	0
	2010	Conserto de cavalete	591
		Conserto de ramal predial	675
		Conserto de rede até DN 100mm	183
		Conserto de rede maior que DN 100mm	36
		Falta de água	219
		Fornecimento de caminhão-pipa	0
	2011	Conserto de cavalete	602
		Conserto de ramal predial	752
		Conserto de rede até DN 100mm	196
		Conserto de rede maior que DN 100mm	34
		Falta de água	203
		Fornecimento de caminhão-pipa	1
	2012	Conserto de cavalete	694
		Conserto de ramal predial	569
		Conserto de rede até DN 100mm	140
		Conserto de rede maior que DN 100mm	26
		Falta de água	216
		Fornecimento de caminhão-pipa	6
2013	Conserto de cavalete	724	
	Conserto de ramal predial	495	
	Conserto de rede até DN 100mm	104	
	Conserto de rede maior que DN 100mm	27	
	Falta de água	196	
	Fornecimento de caminhão-pipa	3	

Fonte: produzido pela própria autora.

Tabela D.4 – Quantidade de AS solicitadas e executadas no setor 4.

Setor 4 – Lagoa da Conceição	2009	Conserto de cavalete	264
		Conserto de ramal predial	289
		Conserto de rede até DN 100mm	83
		Conserto de rede maior que DN 100mm	16
		Falta de água	100
		Fornecimento de caminhão-pipa	0
	2010	Conserto de cavalete	261
		Conserto de ramal predial	243
		Conserto de rede até DN 100mm	63
		Conserto de rede maior que DN 100mm	6
		Falta de água	126
		Fornecimento de caminhão-pipa	0
	2011	Conserto de cavalete	213
		Conserto de ramal predial	194
		Conserto de rede até DN 100mm	57
		Conserto de rede maior que DN 100mm	12
		Falta de água	98
		Fornecimento de caminhão-pipa	0
	2012	Conserto de cavalete	321
		Conserto de ramal predial	188
		Conserto de rede até DN 100mm	53
		Conserto de rede maior que DN 100mm	9
		Falta de água	133
		Fornecimento de caminhão-pipa	2
2013	Conserto de cavalete	307	
	Conserto de ramal predial	190	
	Conserto de rede até DN 100mm	44	
	Conserto de rede maior que DN 100mm	16	
	Falta de água	94	
	Fornecimento de caminhão-pipa	1	

Fonte: produzido pela própria autora.

Tabela D.5 – Quantidade de AS solicitadas e executadas no setor 5.

Setor 5 – Barra da Lagoa	2009	Conserto de cavalete	159
		Conserto de ramal predial	143
		Conserto de rede até DN 100mm	58
		Conserto de rede maior que DN 100mm	6
		Falta de água	53
		Fornecimento de caminhão-pipa	0
	2010	Conserto de cavalete	167
		Conserto de ramal predial	129
		Conserto de rede até DN 100mm	68
		Conserto de rede maior que DN 100mm	15
		Falta de água	66
		Fornecimento de caminhão-pipa	0
	2011	Conserto de cavalete	146
		Conserto de ramal predial	125
		Conserto de rede até DN 100mm	76
		Conserto de rede maior que DN 100mm	29
		Falta de água	61
		Fornecimento de caminhão-pipa	4
	2012	Conserto de cavalete	214
		Conserto de ramal predial	134
		Conserto de rede até DN 100mm	43
		Conserto de rede maior que DN 100mm	8
		Falta de água	91
		Fornecimento de caminhão-pipa	5
2013	Conserto de cavalete	167	
	Conserto de ramal predial	143	
	Conserto de rede até DN 100mm	39	
	Conserto de rede maior que DN 100mm	3	
	Falta de água	54	
	Fornecimento de caminhão-pipa	2	

Fonte: produzido pela própria autora.

Tabela D.6 – Quantidade de AS solicitadas e executadas no setor 6.

Setor 6 – Carianos	2011	Conserto de cavalete	45
		Conserto de ramal predial	31
		Conserto de rede até DN 100mm	39
		Conserto de rede maior que DN 100mm	0
		Falta de água	45
		Fornecimento de caminhão-pipa	1
	2012	Conserto de cavalete	102
		Conserto de ramal predial	60
		Conserto de rede até DN 100mm	13
		Conserto de rede maior que DN 100mm	1
		Falta de água	36
		Fornecimento de caminhão-pipa	2
	2013	Conserto de cavalete	114
		Conserto de ramal predial	65
		Conserto de rede até DN 100mm	25
		Conserto de rede maior que DN 100mm	1
		Falta de água	68
		Fornecimento de caminhão-pipa	1

Fonte: produzido pela própria autora.

Tabela D.7 – Quantidade de AS com tempo de execução igual a zero.

Setor	Categoria de serviço	Ano				
		2009	2010	2011	2012	2013
1	Conserto de cavalete	2	1	5	2	0
	Conserto de ramal predial	0	2	0	1	0
	Conserto de rede até DN 100mm	0	1	0	0	0
	Conserto de rede maior que DN 100mm	1	0	1	0	0
2	Conserto de cavalete	5	3	7	11	12
	Conserto de ramal predial	7	7	3	0	3
	Conserto de rede até DN 100mm	6	0	1	0	2
	Conserto de rede maior que DN 100mm	1	0	0	0	0
3	Conserto de cavalete	9	6	12	12	8
	Conserto de ramal predial	5	4	6	6	8
	Conserto de rede até DN 100mm	6	3	1	2	0
	Conserto de rede maior que DN 100mm	0	1	0	1	0
4	Conserto de cavalete	2	0	5	4	3
	Conserto de ramal predial	1	1	0	2	2
	Conserto de rede até DN 100mm	0	0	2	0	0
	Conserto de rede maior que DN 100mm	0	1	0	0	0
5	Conserto de cavalete	1	3	2	4	1
	Conserto de ramal predial	1	1	0	0	0
	Conserto de rede até DN 100mm	0	0	0	1	0
	Conserto de rede maior que DN 100mm	0	0	0	0	0
6	Conserto de cavalete	---	---	0	2	3
	Conserto de ramal predial	---	---	0	0	0
	Conserto de rede até DN 100mm	---	---	0	0	0
	Conserto de rede maior que DN 100mm	---	---	0	0	0

Fonte: produzido pela própria autora.

Tabela D.8 – Quantidade de AS com tempo de atendimento igual a zero.

Setor	Categoria de serviço	Ano				
		2009	2010	2011	2012	2013
1	Conserto de cavalete	0	0	2	0	0
	Conserto de ramal predial	0	0	0	0	0
	Conserto de rede até DN 100mm	0	0	0	0	0
	Conserto de rede maior que DN 100mm	0	0	0	0	0
2	Conserto de cavalete	0	1	4	2	3
	Conserto de ramal predial	3	4	1	0	0
	Conserto de rede até DN 100mm	1	0	0	0	0
	Conserto de rede maior que DN 100mm	0	0	0	0	0
3	Conserto de cavalete	0	1	3	3	2
	Conserto de ramal predial	0	2	1	1	1
	Conserto de rede até DN 100mm	1	0	0	0	0
	Conserto de rede maior que DN 100mm	0	0	0	0	0
4	Conserto de cavalete	1	0	1	1	1
	Conserto de ramal predial	1	0	0	0	0
	Conserto de rede até DN 100mm	0	0	0	0	0
	Conserto de rede maior que DN 100mm	0	1	0	0	0
5	Conserto de cavalete	0	1	1	1	0
	Conserto de ramal predial	0	1	0	0	0
	Conserto de rede até DN 100mm	0	0	0	0	0
	Conserto de rede maior que DN 100mm	0	0	0	0	0
6	Conserto de cavalete	---	---	0	0	0
	Conserto de ramal predial	---	---	0	0	0
	Conserto de rede até DN 100mm	---	---	0	0	0
	Conserto de rede maior que DN 100mm	---	---	0	0	0

Fonte: produzido pela própria autora.

Tabela D.9 – Quantidade de AS com tempo de execução maior que o máximo estipulado.

Setor	Categoria de serviço	Ano				
		2009	2010	2011	2012	2013
1	Conserto de cavalete	0	0	0	0	0
	Conserto de ramal predial	0	0	0	1	0
	Conserto de rede até DN 100mm	0	0	0	0	2
	Conserto de rede maior que DN 100mm	0	0	0	0	0
2	Conserto de cavalete	0	0	0	0	0
	Conserto de ramal predial	0	0	0	0	2
	Conserto de rede até DN 100mm	0	0	1	0	1
	Conserto de rede maior que DN 100mm	0	0	0	0	0
3	Conserto de cavalete	0	2	1	1	1
	Conserto de ramal predial	0	1	1	0	1
	Conserto de rede até DN 100mm	0	0	1	1	1
	Conserto de rede maior que DN 100mm	0	0	0	0	0
4	Conserto de cavalete	0	0	0	0	0
	Conserto de ramal predial	0	0	0	0	1
	Conserto de rede até DN 100mm	1	1	0	2	0
	Conserto de rede maior que DN 100mm	0	0	1	0	0
5	Conserto de cavalete	0	0	0	0	0
	Conserto de ramal predial	1	0	0	0	0
	Conserto de rede até DN 100mm	0	0	0	2	0
	Conserto de rede maior que DN 100mm	0	0	1	0	1
6	Conserto de cavalete	0	0	0	0	0
	Conserto de ramal predial	0	0	0	0	0
	Conserto de rede até DN 100mm	0	0	1	0	0
	Conserto de rede maior que DN 100mm	0	0	0	0	0

Fonte: produzido pela própria autora.