

O USO DE INDICADORES DE DESEMPENHO
PARA PLANEJAMENTO E REGULAÇÃO DOS
SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA:
SAA CAPINZAL/OURO

Daniela Mara Hoffmann Zimmermann

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA AMBIENTAL**

Daniela Mara Hoffmann Zimmermann

**O USO DE INDICADORES DE DESEMPENHO
PARA PLANEJAMENTO E REGULAÇÃO DOS
SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA:
SAA CAPINZAL/OURO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do grau de mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. César Augusto Pompêo
Co-Orientador: Prof. Dr. Peter Batista Cheung

Florianópolis
2010

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária
da
Universidade Federal de Santa Catarina

Z71u Zimermann, Daniela Mara Hoffmann
O uso de indicadores de desempenho para planejamento e
regulação dos serviços de abastecimento de água [dissertação]
: SAA Capinzal/Ouro / Daniela Mara Hoffmann Zimermann ;
orientador César Augusto Pompeo, co-orientador, Peter Batista
Cheung. - Florianópolis, SC 2010.
188 p.: il., tabs.

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

Inclui referências

1. Engenharia ambiental. 2. Abastecimento de água
- Planejamento. 3. Regulação. 4. Desempenho - Indicadores.
I. Pompeo, Cesar Augusto. II. Cheung, Peter Batista. III.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Ambiental. IV. Título.

CDU 628.4



TERMO DE APROVAÇÃO

“O USO DE INDICADORES DE DESEMPENHO PARA PLANEJAMENTO E REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: S.A.A. CAPINZAL/OURO”

Daniela Mara Hoffmann Zimmermann

A Dissertação foi julgada e aprovada pela banca examinadora no 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. Cesar Augusto Pompêo, Dr.
(orientador)

Prof. Peter Batista Cheung, Dr.
(co-orientador)

Prof. Sebastião Roberto Soares, Dr.

Prof. Luiz Sérgio Philippi, Dr.

Prof. Frederico Araújo Turolla, Dr.

Flávio Rubens Lapolli, Dr.
(Coordenador PPGEA)

*Aos meus pais, Mary e Gilberto,
e aos meus amores, Leandro e Arthur.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre ao meu lado, iluminando meu caminho.

A minha família, pelo apoio, carinho e compreensão.

Ao Prof. César Augusto Pompeo, pela competência, disposição e complacência com que me ajudou a construir esta dissertação.

Ao Prof. Peter Batista Cheung, por compartilhar sua experiência e conhecimentos, os quais foram determinantes ao andamento deste trabalho.

Ao Ministério Público Federal, pela oportunidade de enriquecimento profissional proporcionada por esta experiência.

Ao SIMAE Capinzal/Ouro, em especial aos Srs. Ademar e José Luiz, pela gentileza e presteza no fornecimento de dados e informações sobre aquele sistema de abastecimento de água.

À equipe do LENHS/UFMS pela disponibilização do modelo hidráulico calibrado do SAA Capinzal/Ouro.

Ao Engº. Guilherme Girol, pelos esclarecimentos acerca do SAA Capinzal/Ouro e do simulador hidráulico EPANET.

Aos doutores Luiz Sérgio Philippi, Sebastião Roberto Soares e Frederico Turolla, por gentilmente terem aceitado fazer parte da banca examinadora.

E, finalmente, à Universidade Federal de Santa Catarina, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental e aos professores e funcionários do departamento.

RESUMO

ZIMERMANN, Daniela Mara Hoffmann. **O uso de Indicadores de Desempenho para Planejamento e Regulação dos Serviços de Abastecimento de Água**: SAA Capinzal/Ouro. 2010. 188 f.. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

O presente estudo avalia e discute a aplicação de indicadores de desempenho nas atividades de planejamento e regulação dos serviços de abastecimento de água. No que se refere ao planejamento, a metodologia desenvolvida consistiu, basicamente, na aplicação associada do roteiro proposto pela ISO 24.512:2007, referente à gestão e avaliação dos serviços de abastecimento de água, com um método de tomada de decisão multicriterial. A escolha dos indicadores na fase de planejamento baseou-se em critérios de avaliação que foram estabelecidos a partir de objetivos estratégicos relacionados à sustentabilidade da entidade gestora, à proteção ao meio ambiente e à continuidade dos serviços prestados. Quanto à regulação, a seleção dos indicadores considerou aqueles usualmente praticados pelas agências reguladoras desses serviços no Brasil. Os resultados alcançados nesta pesquisa permitiram, dentre outros aspectos, identificar setores operacionais críticos, através de um processo decisório participativo, bem como estabelecer metas para o planejamento desses setores. O estudo verificou, ainda, que a ausência de dados primários, relevantes à composição dos indicadores de desempenho, e de rotinas de calibração para os equipamentos, são os principais entraves à implantação de sistemas de indicadores para o planejamento e a regulação desses serviços no SAA estudado.

Palavras-Chave: Serviço de Abastecimento de Água, planejamento, regulação, indicadores de desempenho.

ABSTRACT

ZIMERMANN, Daniela Mara Hoffmann. **The Use of Performance Indicators in Planning and Regulatin Water Supply Services: WSS Capinzal/Ouro.** 2010. 188 f.. Masters Dissertation, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

This study evaluates and discusses the application of performance indicators in planning and regulating water supply services. Concerning planning, the methodology applied consisted, basically, on the association of a multicriterial decision method with the guidelines proposed by the ISO 24.512:2007, which refer to management and evaluation of water supply services. The choice of indicators in the step of planning was based on evaluation criteria established from strategic objectives which are: sustaintability of the manager entity, protection of the environment and continuation of services. In the selection of indicators for regulation, it was considered the ones usually practiced by regulatory agencies in Brazil. The results achieved in this research allowed the identification of critical operational sectors throughout a participative decision process, as well as the setting of goals for their planning. The study also showed that the absence of primary data, to compose relevant performance indicators, and calibration routines for the equipments, were considered as the main barriers to the application of indicators in planning and regulation of these services to the system studied.

Key words: water supply services, planning, regulation, performance indicators.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Relação entre níveis de planejamento, níveis de decisão e abrangência.	39
Figura 02. Processo de aplicação das normas ISO 24511 e 24512.	43
Figura 03. Diagrama esquemático das atividades desenvolvidas.	74
Figura 04. Vista aérea parcial dos municípios de Capinzal e Ouro.	75
Figura 05. Fluxograma geral do método AHP.	81
Figura 06. Matriz de julgamentos $A = (a_{ij})$	84
Figura 07. Ponto de Captação de Água pelo SIMAE no Rio do Peixe.	93
Figura 08. Vista geral da ETA do SIMAE Capinzal/Ouro.	94
Figura 09. Macromedidor instalado no SAA Capinzal/Ouro.	94
Figura 10. Layout de funcionamento do SAA Capinzal/Ouro.	95
Figura 11. Relação entre os objetivos de planejamento estratégico e tático.	100
Figura 12. Exemplo de Ordem de Serviço (OS) da SIMAE.	115
Figura 13. Medidor contínuo de pressão.	116
Figura 14. Gráfico da variação da pressão dado pelo EPANET.	118
Figura 15. Layout simplificado de apresentação do questionário.	135
Figura 16. Matriz de Julgamentos $A (C_{ij})$	137

LISTA DE QUADROS

Quadro 01. Setor de saneamento: características e repercussões	30
Quadro 02. Sistema de Indicadores de Desempenho da IWA.....	50
Quadro 03. Sistema de Indicadores de Desempenho do OfWat.....	53
Quadro 04. Indicadores Principais do IBNET Toolkit	56
Quadro 05. Indicadores de Gestão do Sistema ADERASA	57
Quadro 06. Informações de Contexto do Sistema ADERASA	57
Quadro 07. Indicadores de Desempenho do SNIS	59
Quadro 08. Proposta de Indicadores da ABAR para a regulação.....	60
Quadro 09. Síntese das características dos sistemas de indicadores estudados.	62
Quadro 10. Indicadores de desempenho e valores de referência para a regulação.	77
Quadro 11. Níveis de Exatidão - Metodologia da OfWat.	79
Quadro 12. Níveis de Confiabilidade - Metodologia OfWat.....	79
Quadro 13. Escala de Julgamentos do AHP	82
Quadro 14. Índices Aleatórios	88
Quadro 15. Objetivos, Critérios e Indicadores de Desempenho para o Planejamento	101
Quadro 16. Definição dos Indicadores de Desempenho.....	104
Quadro 17. Composição e origem das variáveis – Indicadores para planejamento	106
Quadro 18. Valores de Referência para indicadores de desempenho.	111
Quadro 19. Transformação dos dados qualitativos em quantitativos ..	135
Quadro 20. Plano de Metas para os setores Wanda Mayer, Saída Geral e São Cristóvão.	142
Quadro 21. Composição e origem das variáveis – Indicadores para Regulação.	148

LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Dados dos setores operacionais do SAA Capinzal/Ouro....	96
Tabela 02. Dados gerais dos reservatórios do SAA Capinzal/Ouro.....	97
Tabela 03. Dados das Casas de Bombas (CBs).....	98
Tabela 04. Informações relativas ao Indicador “ <i>Capacidade de água tratada</i> ”.....	112
Tabela 05. Indicador de pressão mínima para os setores.....	119
Tabela 06. Indicador de pressão máxima para os setores.....	121
Tabela 07. Indicador de água não faturada em termos de volume por setor operacional.....	124
Tabela 08. Resultados do SNIS, ano base 2008, para o indicador <i>Índice de Perdas na Distribuição (IN049)</i>	126
Tabela 09. Perda de água por ramal por setor operacional.....	127
Tabela 10. Resultados do SNIS, ano base 2008, para o <i>Índice de perdas por ligação</i>	128
Tabela 11. Consumo de energia normalizado por estação elevatória..	129
Tabela 12. Consumo de Energia Normalizado por setor Operacional	130
Tabela 13. Síntese dos indicadores de desempenho por setor operacional.....	132
Tabela 14. Resultado do método Delphi em cada uma das rodadas....	136
Tabela 15. Resultado da hierarquização dos setores operacionais	140
Tabela 16. Dados do ano de 2008 sobre o SIMAE Capinzal/Ouro.	145
Tabela 17. Resultados dos Indicadores de Regulação para o SIMAE Capinzal/Ouro	151

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABAR – Associação Brasileira de Agências Reguladoras
- ADERASA - *Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas*
- AHP – *Analytic Hierarchy Process*
- BNH – Banco Nacional de Habitação
- CESB – Companhia Estadual de Saneamento Básico
- IBNET - *International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities*
- ISO – *International Organization for Standardization*
- IWA – *International Water Association*
- OfWat - *Office of Water Services*
- PLANASA – Plano Nacional de Saneamento
- PMSS – Programa de Modernização do Setor de Saneamento
- SAA – Sistema de Abastecimento de Água
- SIMAE – Serviço Intermunicipal de Água e Saneamento
- SNIS – Sistema Nacional de Informações de Saneamento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	25
1.1	OBJETIVOS.....	27
1.1.1	Objetivo Geral.....	27
1.1.2	Objetivos Específicos.....	27
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	29
2.1	SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO BÁSICO ..	29
2.2	REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS PÚBLICOS	31
2.3	MARCO REGULATÓRIO DO SETOR DE SANEAMENTO.....	35
2.4	O PLANEJAMENTO NOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO.....	38
2.4.1	Planejamento Estratégico	39
2.4.2	Planejamento Tático.....	40
2.4.3	Planejamento Operacional	41
2.4.4	Gestão da Qualidade dos Serviços de Água e Esgoto: série ISO 24500:2007.....	42
2.5	SISTEMAS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO.....	43
2.5.1	Indicadores de Desempenho	43
2.5.2	Aplicação dos Indicadores de Desempenho.....	46
2.5.3	Confiabilidade e Exatidão dos Dados	48
2.5.4	Sistemas de Indicadores para os Serviços de Abastecimento de Água.....	49
2.6	O PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO.....	65
2.6.1	Apoio Multicritério à Decisão.....	68
3	METODOLOGIA.....	73

3.1	ESTUDO DE CASO	73
3.2	METODOLOGIA DE SELEÇÃO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO.....	76
3.2.1	Planejamento Tático de Sistemas de Abastecimento de Água	76
3.3	ANÁLISE DO NÍVEL DE CONFIABILIDADE E EXATIDÃO DOS DADOS	79
3.4	HIERARQUIZAÇÃO DOS SETORES OPERACIONAIS PARA FINS DE PLANEJAMENTO.....	80
3.5	TÉCNICA DELPHI: PONDERAÇÃO DOS CRITÉRIOS	89
3.6	ESTABELECIMENTO DE METAS DE PLANEJAMENTO TÁTICO.....	91
3.7	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	92
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	93
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO SAA CAPINZAL/OURO.....	93
4.2	PLANEJAMENTO DO SAA CAPINZAL/OURO POR SETORES OPERACIONAIS	99
4.2.1	Seleção de Indicadores de Desempenho para o Planejamento do Sistema	99
4.3	COMPOSIÇÃO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO: VARIÁVEIS RELACIONADAS	103
4.3.1	Valores de referência	110
4.3.2	Síntese dos indicadores por setor operacional	131
4.3.3	Definição dos Setores Operacionais Prioritários.....	134
4.3.4	Definição de Metas de Planejamento.....	141
4.4	INDICADORES DE DESEMPENHO VOLTADOS À REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS	145

5	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	155
6	BIBLIOGRAFIA	159
	APÊNDICE A - Perfil dos Especialistas Consultados	171
	APÊNDICE B – Questionário da 1ª. rodada do Delphi	172
	APÊNDICE C - Questionário da 2ª e 3ª rodada do Delphi.....	178
	APÊNDICE D – Equações dos indicadores de regulação	184

1 INTRODUÇÃO

A oferta de serviços públicos de saneamento básico, com qualidade, é essencial à saúde e ao bem estar da população, à proteção ao meio ambiente e à economia das sociedades. Todavia, as infraestruturas que sustentam esses serviços possuem pouca visibilidade social, o que leva à subvalorização pelos tomadores de decisão. Ademais, esses serviços funcionam em regime de monopólio natural, o que não incentiva a busca da eficiência na prestação dos mesmos.

No Brasil, a partir da promulgação da lei do saneamento (Lei nº 11.445), no ano de 2007, é esperada uma ruptura do estado de imobilismo observado em boa parte dos municípios que detêm a titularidade dos serviços de saneamento básico e de prestadores desses serviços, que, desde a época do PLANASA, têm deixado de investir na ampliação e na atualização dos mesmos (PEREIRA JR., 2008).

Tal diploma legal prevê o planejamento, a regulação, a fiscalização e o controle social do setor de saneamento. As obrigações e responsabilidades do poder público e dos prestadores de serviço estão claramente definidas, assim como os direitos da sociedade. A qualidade, regularidade, eficiência e sustentabilidade econômica, a gestão eficiente dos recursos hídricos e a transparência das ações nos serviços públicos de saneamento estão dentre os princípios fundamentais que norteiam a lei do Saneamento.

Acerca do planejamento das ações, essencial para o estabelecimento da forma de atuação das instituições e órgãos responsáveis, a lei 11.445/2007 estabelece que sua delimitação se dará na forma de planos de saneamento. Esses planos, cuja obrigatoriedade de elaboração é dos municípios, deverão contemplar, minimamente: (i) o diagnóstico; (ii) os objetivos e metas de curto, médio e longo prazos; (iii) programas, projetos e ações; (iv) ações para emergências e contingências; (v) mecanismos e procedimentos para avaliação sistemática da eficiência e eficácia¹ das ações programadas (BRASIL, 2007).

A mesma lei determina que nos casos de concessão dos serviços públicos de saneamento o contrato deverá prever a inclusão de metas

¹ O termo eficiência está relacionado ao grau de otimização na utilização dos recursos para produzir um determinado resultado. Enquanto eficácia refere-se ao nível de atendimento aos objetivos propostos pela organização.

progressivas e graduais de expansão dos serviços, de qualidade, de eficiência e de uso racional da água, da energia e de outros recursos naturais, tendo como base os planos de saneamento básico.

A verificação do cumprimento dos planos de saneamento cabe às entidades reguladoras e fiscalizadoras dos serviços. Ainda quanto à regulação, a lei estabelece seus princípios e objetivos, além de definir os aspectos que deverão ser normatizados pelas agências reguladoras, dentre eles: a definição de padrões e indicadores de qualidade dos serviços e a avaliação da eficiência e eficácia dos serviços prestados.

Também no ano de 2007, a *International Organization for Standardization* – ISO publicou a série 24.500, relativa à gestão e avaliação dos serviços de água e esgotamento sanitário. As recomendações presentes no escopo dessas normas incluem a definição de objetivos, critérios de análise e medidas de desempenho à avaliação daqueles serviços, seguindo uma sistemática do PDCA - *Plan, Do, Check, Act* (planejar, executar, medir e avaliar).

Ante o exposto, constata-se que tanto a regulação determinada pela lei do saneamento, como a gestão definida na ISO 24512:2007, prevêm o estabelecimento de métodos de avaliação dos serviços prestados. Essa avaliação poderá fornecer subsídios ao gestor dos serviços para a priorização de setores que apresentem os menores desempenhos, bem como propiciar às agências reguladoras a comparação entre prestadores desses serviços – *benchmarking*².

Dentre as metodologias de avaliação, o uso de indicadores de desempenho tem sido amplamente difundido. Essas ferramentas, conforme definido por Alegre et al (2000), constituem-se medidas quantitativas de um aspecto particular da prestação dos serviços, servindo como instrumentos de apoio ao monitoramento da eficiência e da eficácia da entidade gestora e simplificando uma avaliação que de outro modo seria mais complexa e subjetiva.

Nesse contexto, o presente trabalho realiza uma revisão dos sistemas de avaliação de desempenho aplicados nacional e internacionalmente aos serviços de abastecimento de água; distingue os níveis hierárquicos do planejamento; contextualiza e apresenta os instrumentos e princípios da regulação do setor, dados pela Lei

² De acordo com Molinari (2007b), *benchmarking* é a geração de um ambiente virtual de competição. É uma técnica que visa reduzir todos os aspectos da gestão de um serviço em uma série de indicadores, permitindo que se tenha uma idéia da forma como esses serviços estão sendo geridos.

1145/2007. Este estudo também propõe metodologias para o planejamento e a regulação dos serviços de abastecimento de água, ambas baseadas no uso de indicadores de desempenho, sendo que na primeira faz-se uso do roteiro proposto pela ISO 24.512:2007 em conjunto com um método de tomada de decisão multicriterial.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar a aplicação de indicadores de desempenho visando à avaliação de sistemas de abastecimento de água para fins de planejamento e regulação desses serviços.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Selecionar indicadores que permitam avaliar o desempenho dos serviços de abastecimento de água com vistas ao planejamento e à regulação do setor;
- Avaliar a disponibilidade de dados de um sistema de abastecimento de água existente para a aplicação do conjunto de indicadores selecionados;
- Identificar critérios de planejamento e determinar a importância relativa de cada um deles a partir do julgamento intuitivo de um grupo de especialistas;
- Avaliar a eficiência dos setores operacionais de um sistema de abastecimento de água existente a partir da aplicação de um método de decisão multicriterial associado aos indicadores de desempenho, com vistas a subsidiar o planejamento tático do sistema;
- Recomendar intervenções necessárias à obtenção de dados eventualmente não monitorados e que se mostrem necessários ao planejamento e/ou à regulação do sistema avaliado.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO BÁSICO

O saneamento básico compreende o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas (BRASIL, 2007).

Segundo Madeira (2010), devido à essencialidade e às externalidades relacionadas aos serviços de saneamento, pode-se afirmar que esses são de utilidade pública³ e, portanto, sua eficiência e funcionalidade têm impacto direto sobre a sociedade.

A indústria de infraestrutura, da qual destacamos o saneamento, devido principalmente às características de prestação de serviço público e à necessidade de sistemas de rede para provimento dos serviços, é um exemplo típico de monopólio natural. De modo geral, um monopólio natural é aquele cuja estrutura de custos é tal que estes são minimizados com apenas uma única firma, em vez de várias menores em competição entre si (SANTA CATARINA, 2002).

As estruturas de redes, necessárias ao provimento dos serviços de infraestrutura, apresentam características fundamentais presentes em maior ou menor grau, dependendo do tipo de indústria e da forma de sua organização (SANTA CATARINA, 2002). Dentre essas características, Galvão Jr. e Paganini (2009) relacionaram aquelas mais fortemente associadas à estrutura de redes dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, conforme apresentadas no Quadro 01.

Os custos fixos em capital específico são considerados elevados nos serviços de saneamento, a exemplo da construção e manutenção de reservatórios, de estações de tratamento de água e esgoto, de redes de distribuição e coleta e de equipamentos. Além disso, ainda devem ser considerados os custos incrementais, os quais envolvem custos de curto prazo, como materiais de tratamento, energia, depreciação de instalações (OHIRA, 2005).

³ Madeira (2010) qualifica os serviços de utilidade pública por apresentarem como características em comum: existência de monopólio natural; separação entre atividades de geração e distribuição; estrutura de redes; especificidade de ativos e custos irrecuperáveis; e serviços com alta demanda e inelásticos ao preço.

Características		Repercussões
Físicas	Maioria dos ativos (redes de água e esgoto) encontra-se enterrada	Difícil determinação do estado de conservação; Custo de manutenção elevado e complexidade para detecção de vazamentos nas tubulações.
	Mudança lenta no padrão tecnológico	Poucos ganhos de eficiência mediante avanços tecnológicos; Ativos com vida útil prolongada.
	Qualidade dos produtos de complexa verificação pelo usuário	Necessidade de estrutura adequada para monitoramento da qualidade de produtos e serviços ofertados pelas concessionárias.
	Redes integradas em aglomerados urbanos	Envolvimento de mais de um ente federado na gestão dos serviços; Expansão da infraestrutura associada ao planejamento urbano.
	Essencialidade no uso e consumo de produtos (água e esgoto).	Atendimento independente da capacidade de pagamento do usuário; Geração de externalidades positivas e negativas para a saúde pública, meio ambiente, recursos hídricos, entre outros.
Econômicas	Custo fixo elevado	Pouca flexibilidade para etapalização dos investimentos.
	Ativos específicos e de longa maturação	Monopólio natural; Inexistência de usos alternativos e baixo valor de revenda; Possibilidade remota de saída das concessionárias do mercado (não-contestável).
	Assimetria de informações	Demais atores do setor dependem da informação técnica e econômico-financeira disponibilizada pelas concessionárias.
	Demanda inelástica	Possibilidade de extração de rendas significativas pelo prestador de serviços (monopólio).
	Economias de escala	Viabilidade da prestação dos serviços por uma única empresa (monopólio).
	Economias de escopo	Custos comuns na operação de serviços de água e esgoto e tratamento de esgotos, tornando mais viável a prestação de serviços por uma única empresa (monopólio).

Quadro 01. Setor de saneamento: características e repercussões

Fonte: Galvão Jr. e Paganini (2009)

Todas essas características, agravadas pela inviabilidade de concorrência na prestação desses serviços (monopólio natural),

acarretam diversos problemas na relação entre o produtor e o consumidor.

Com intuito de resguardar os usuários, no que se refere aos serviços públicos objeto de concessão, a Lei nº 8.987/1995 estabelece as condições fundamentais à prestação desses serviços de forma adequada. Os princípios norteadores da lei envolvem a regularidade, a segurança, a continuidade, a atualidade, a eficiência, a generalidade, a cortesia na prestação e a modicidade das tarifas (BRASIL, 1995), cujos conceitos são abaixo apresentados:

- Conceição (2003) entende que a continuidade do serviço é a razão de ser do serviço público, e por ser um serviço essencial não pode ser interrompido, seja por greve, por cobrança de dívida ou falta de serviço;
- a regularidade tem um conceito próximo ao de continuidade, e, segundo Loureiro (2009) está relacionado ao cumprimento de horários e metas estabelecidas para o serviço;
- o mesmo autor acima entende que condições de segurança na execução dos serviços são essenciais, tanto para o funcionário quanto para a população que recebe o serviço;
- a atualidade corresponde à busca e aplicação de técnicas, equipamento e instalações mais modernas, bem como conservação, melhoria e ampliação do serviço (LOUREIRO, 2009);
- a eficiência, de acordo com Conceição (2003), é um princípio relativamente novo, devendo o prestador do serviço público buscar o aperfeiçoamento do serviço, incorporando os melhores recursos e técnicas possíveis, sob pena de defasagem na prestação;
- a generalidade na prestação dos serviços envolve a disponibilização dos serviços de forma coletiva. Tal serviço deve ser impessoal e atender ao maior número de usuários possível, devendo ser a todos acessível (CONCEIÇÃO, 2003);
- e, por fim, a cortesia corresponde ao atendimento público de forma urbana, educada e solícita, enquanto a modicidade refere-se à licitude da cobrança pecuniária (por taxa, tarifa ou preço público) pela atividade disponibilizada ao público (CONCEIÇÃO, 2003).

2.2 REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS PÚBLICOS

A regulação, assim como a propriedade estatal, conforme definida pela teoria econômica, baseia-se no pressuposto de que o Estado deve intervir sempre que ocorram falhas de mercado⁴, de modo a prevalecerem os interesses públicos. No caso da propriedade estatal, o interesse público estaria representado pelo Estado, que seria responsável pela provisão direta de bens e serviços, tendo como objeto da atividade econômica a maximização do bem-estar social (GALVÃO JR. e PAGANINI, 2009).

Não obstante a propriedade estatal ser considerada uma alternativa à regulação, Marques Neto (2008) apresenta vários argumentos para justificar a regulação, inclusive, de empresas estatais: os interesses das empresas e de seus controladores não necessariamente representam o interesse público; e não existe divisão de papéis entre regulado e regulador.

O conceito de regulação pública é entendido por Galvão Jr. e Paganini (2009) como a intervenção do Estado nas ordens econômica e social com a finalidade de se alcançarem eficiência e equidade, traduzidas como universalização na provisão de bens e serviços públicos de natureza essencial por parte de prestadores de serviço estatais e privados. A regulação busca compatibilizar a eficiência econômica com a satisfação do usuário/consumidor, especialmente quando envolvidos monopólios, em relação aos quais devem ser minimizadas as forças de mercado por controles sobre os preços ou tarifas e a qualidade dos bens e serviços (SOUTO, 2008).

No Brasil, a regulação da prestação de serviços públicos teve início nas discussões, por meio de comissões, no âmbito das propostas para elaboração do Código das Águas nos anos 1930. Com o advento do Estado Novo e as subsequentes políticas desenvolvimentistas dos anos 1950 a 1970, a provisão da infraestrutura ocorreu de forma direta pelo Estado, limitando a regulação, em geral, à expedição de normas e regulamentos pelo poder executivo, apesar dos avanços regulatórios no setor de energia elétrica. Esse modelo de regulação, no qual a propriedade estatal era a principal característica, vigorou no país até o

⁴ Dessas falhas, as principais são o poder de mercado, também designado poder do monopólio, os bens públicos e as externalidades. Além disso, a evolução da teoria econômica agregou a assimetria de informações como falha determinante para o funcionamento dos mercados (GALVÃO JUNIOR e PAGANINI, 2009).

final dos anos 1980. Apenas em meados dos anos 1990, com os processos de privatização das áreas de energia e telefonia, a regulação, modelada no formato de agências reguladoras, foi efetivamente implantada no país (GALVÃO JR. e PAGANINI, 2009).

Com relação à regulação do setor de saneamento no Brasil, seu início ocorreu na década de 1970, no Plano Nacional de Saneamento - PLANASA, quando o Banco Nacional da Habitação (BNH) exercia o papel de regulador, abrangendo alguns municípios e as empresas estaduais de saneamento, incluindo-se o Distrito Federal (PIZA e PAGANINI, 2006).

Segundo Madeira (2010), existe duas tradições na regulação que se aplicam ao setor de saneamento básico. A tradição francesa, na qual a relação entre o poder concedente e a concessionária é regida por contratos, e a tradição anglo-saxã, na qual uma agência governamental independente regula a concessionária.

É fundamental a regulação no setor de saneamento para fins de universalização do acesso, da qualidade e da eficiência econômica. No que diz respeito aos serviços de água e esgoto, exemplos de parâmetros que refletem a qualidade dos serviços – e, portanto, passíveis de regulação – são (MADEIRA, 2010):

- a pressão dinâmica da rede de distribuição;
- a pressão estática máxima da rede de distribuição;
- parâmetros físico-químicos e bacteriológicos da água distribuída; e
- descontinuidade do serviço.

Segundo Silva (2006), o atual sistema de regulação pública dos serviços, como um todo, extrapola os limites da regulação econômica estrita e articula-se com os instrumentos de regulação supra-setorial, econômica, ambiental, urbanística e de direitos do consumidor de diferentes maneiras.

Para que uma regulação seja eficaz, Pires e Piccinini (1999) recomendam que se disponha de instrumentos, tais como: existência de agências independentes; controle da entrada e saída do mercado, por intermédio da concessão de licenças para as operadoras, quando for o caso; defesa da concorrência; definição do valor e do critério de revisão de reajuste tarifário, com a introdução de mecanismos de eficiência; e monitoramento dos contratos de concessão (particularmente no que

concerne à qualidade do serviço e ao cumprimento de metas de expansão dos serviços e de universalização do atendimento).

A eficácia da aplicação desses instrumentos depende, principalmente, da independência das agências setoriais. A agência deve ser independente tanto em relação ao governo quanto aos demais agentes do setor, para o pleno exercício de seu poder de arbitragem de conflitos e para o adequado desempenho da missão regulatória. Além disso, para que a agência enfrente, eficientemente, os desafios regulatórios, é imprescindível que seja dotada dos seguintes atributos: estabilidade dos dirigentes; pessoal especializado; transparência das ações; clara atribuição de funções; e estabelecimento de mecanismos de cooperação com órgãos que tenham interface com as atividades reguladas (PIRES e PICCININI, 1999).

Em um contexto no qual a indústria é um monopólio natural, é necessário coibir qualquer tipo de abuso de poder, seja por cobrança de preços indevidos, seja por má qualidade e insuficiência dos serviços prestados, principalmente porque se tratam de serviços de utilidade pública (MADEIRA, 2010). Dessa forma, a regulação dos serviços de saneamento é fundamental para garantir a universalização de acesso ou evitar que os cidadãos paguem taxas excessivas pelos serviços prestados (BRITTO, 2004). Ademais, a complexidade das interfaces deste setor com as áreas de saúde pública, meio ambiente, recursos hídricos e de defesa do consumidor, enfatiza uma regulação pró-ativa e eficaz (XIMENES, 2006).

Conforme Ximenes (2006), as agências de regulação de saneamento básico estaduais e municipais ainda se encontram em estágio incipiente, em fase de definição de metodologias de trabalho e busca de identidade própria. Para Silva e Sobrinho (2006), dentre as deficiências por parte das empresas de saneamento para a integração de seus sistemas de informação às exigências de regulação e controle, destaca-se a necessidade de atualização dos atuais padrões de contabilidade regulatória, remanescentes do período do PLANASA ou adaptado às antigas normas do BNH. A ausência de segregação entre os custos dos serviços por município, a falta de diferenciação entre os custos específicos incorridos entre os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, ou a ausência de explicitação de subsídios, são exemplos que não permitem uma avaliação adequada do equilíbrio econômico e financeiro dos contratos de concessão ou de contratos de programa.

2.3 MARCO REGULATÓRIO DO SETOR DE SANEAMENTO

Após o vazio criado com o fim do PLANASA, no final dos anos 1980, que foi responsável pela criação das Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESBs), e depois de quase duas décadas de discussão em torno de uma estrutura institucional para a regulação do setor de saneamento, no ano de 2007 foi aprovado o marco legal do setor (MADEIRA, 2010).

A promulgação da Lei nº 11.445, em 05 de janeiro de 2007, também conhecida como Lei do Saneamento, estabeleceu as diretrizes nacionais para o setor. Foram definidas regras mínimas de relacionamento entre titulares, prestadores de serviços e usuários, a partir das quais os Municípios, os Estados e o Distrito Federal deverão estabelecer legislações, normas e entidades próprias de regulação para as atividades operacionais dos serviços.

Não obstante as regras gerais dadas pela lei de Concessão dos Serviços Públicos, conforme antes explicitadas, a lei do saneamento básico agregou outros princípios fundamentais à prestação dos serviços públicos de saneamento, a saber:

- I - universalização do acesso;
- II - integralidade, compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso na conformidade de suas necessidades e maximizando a eficácia das ações e resultados;
- III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente;
- IV - disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado;
- V - adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais;
- VI - articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação,

de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante;

VII - eficiência e sustentabilidade econômica;

VIII - utilização de tecnologias apropriadas, considerando a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas;

IX - transparência das ações, baseada em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados;

X - controle social;

XI - segurança, qualidade e regularidade;

XII - integração das infra-estruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos (Art. 2º, Lei nº 11.445/2007).

Segundo Loureiro (2009), as funções de gestão previstas pelo marco regulatório envolvem o planejamento, a regulação, a prestação dos serviços e a fiscalização, e perpassando por todas essas funções, o controle social.

Marques Neto (2008) destaca que a lei do saneamento o consagra como serviço público e, neste passo, arrola os princípios que devem nortear sua organização e prestação. Disso decorre que, em relação aos serviços de saneamento, existirão três responsabilidades distintas, a serem inclusive exercidas preferencialmente por entes separados: (i) a função planejadora; (ii) a função reguladora; e (iii) a função prestacional.

O titular dos serviços de saneamento pode delegar a organização, a regulação, a fiscalização e a prestação dos serviços. No entanto, é o responsável por definir um plano de saneamento básico que contemple o diagnóstico; objetivos e metas de curto, médio e longo prazos; definição de programas, projetos e ações para atendimento aos objetivos e metas; estabelecimento de ações para emergência e contingência; e mecanismos e procedimentos para avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações programadas (BRASIL, 2007).

O planejamento, conforme estabelece a referida norma legal, deve ser integrado e, portanto, pode ser elaborado mediante cooperação

de outras entidades, inclusive prestadores de serviços. A verificação do cumprimento desses planos ficará a cargo da entidade reguladora.

Quanto à regulação, a lei fornece o conteúdo mínimo da regulação e estabelece como objetivos das entidades reguladoras: a definição de padrões e normas (técnicas, econômicas e sociais) à prestação dos serviços, a garantia de cumprimento das metas, a prevenção e a repressão ao abuso econômico e a definição de tarifas. A entidade reguladora será regida pelos princípios da independência decisória, orçamentária e financeira; e da transparência, tecnicidade, celeridade e objetividade das decisões.

Registre-se que a atividade de regulação prevista na lei do saneamento deverá ser exercida por ente autônomo de sua administração ou ser delegada para entidade de outra esfera federativa. Marques Neto (2008) considera que isso constitui um enorme avanço por representar a percepção do governo federal e do Congresso de que não se avança em regulação setorial sem a separação das atividades de regulação e de operação e planejamento do serviço.

Nesse contexto, a lei do saneamento traz elementos fundamentais para a transparência do processo regulatório, visto que assegura aos usuários dos serviços amplo acesso às informações e a participação no controle social dos mesmos. Para Pereira Jr. (2008), antes da vigência da Lei nº 11.445/2007, o setor de saneamento se auto-regulava, sem nenhum marco legal que estabelecesse regras mínimas, de âmbito nacional, para as relações entre titulares, prestadores e usuários dos serviços de saneamento básico.

A lei do saneamento permite, ainda, a gestão associada entre os entes federados por convênio de cooperação ou consórcio público, permitindo que os municípios possam estabelecer convênios de cooperação com as CESB. A prestação regionalizada também consta na lei e permite que um único prestador possa atender dois ou mais titulares.

Segundo Madeira (2010) a prestação regionalizada abre espaço para que as empresas possam se expandir, aumentando a sua escala e a transferência de tecnologia entre elas e, conseqüentemente, ampliando a sua eficiência. Já a gestão associada, permite que os municípios cooperem entre si para atingir objetivos comuns.

2.4 O PLANEJAMENTO NOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO

O planejamento de que trata este trabalho está associado ao operador dos serviços, não abrangendo, portanto, o planejamento estabelecido pela Lei 11.445/2007, o qual está vinculado ao titular dos serviços.

A promoção da melhoria nos serviços públicos de saneamento deve envolver toda a organização e ser devidamente enquadrada no âmbito das diferentes atividades e setores, de forma a permitir uma gestão técnica integrada, envolvendo os vários níveis de decisão (ALEGRE e COVAS, 2009).

Segundo Oliveira (1993), o planejamento pode ser conceituado como um processo desenvolvido para o alcance de uma situação desejada de um modo mais eficiente e efetivo. Nesse certame, o planejamento pressupõe a necessidade de um processo decisório que ocorrerá antes, durante e depois de sua elaboração e implementação na empresa.

Considerando os grandes níveis hierárquicos, três tipos de planejamento podem ser identificados:

- Planejamento estratégico
- Planejamento tático; e
- Planejamento operacional.

Cada um desses níveis de planejamento corresponde a horizontes temporais e âmbitos geográficos e temáticos diferenciados, conforme ilustrado na Figura 01.

De acordo com Oliveira (1993), não existe uma linha divisória perfeitamente definida a partir da qual o gestor possa efetuar uma distinção nítida entre as três modalidades de planejamento. Os três tipos de planejamento coexistem e devem ser operados continuamente. Numa abordagem integrada de melhoria operacional dos sistemas de abastecimento de água, estes níveis de planejamento são indispensáveis para garantir a coerência de todo o processo e o alinhamento entre objetivos da organização e os resultados obtidos.



Figura 01. Relação entre níveis de planejamento, níveis de decisão e abrangência.

Fonte: Adaptado de Alegre e Covas, 2009.

A implementação de cada um dos planos produzidos nas etapas de planejamento deve ser monitorada, de modo a avaliar o cumprimento das metas estabelecidas, a identificar desvios e medidas de melhoria e a rever os diversos planos em conformidade.

O processo de planejamento, em qualquer dos três níveis apontados, está assentado em seis fases principais (ALEGRE e COVAS, 2009):

- Estabelecimento de objetivos, de critérios de avaliação, de medidas de desempenho e de metas;
- Elaboração de um diagnóstico;
- Produção do plano;
- Implementação do plano;
- Monitoramento do plano;
- Revisão do plano.

2.4.1 Planejamento Estratégico

Conforme Braga e Monteiro (2005), o planejamento estratégico é uma atividade administrativa que tem como objetivo direcionar os rumos da instituição e dar a ela sustentabilidade, mesmo sob condições de incerteza. O planejamento estratégico deve produzir respostas

consistentes a três questões fundamentais: onde estamos? aonde queremos chegar? e como vamos chegar lá?

O planejamento estratégico é um processo contínuo, sistemático e não linear, sensível a um grande número de condicionantes organizacionais e ambientais, que lhe dão um caráter de complexidade que lhe é inerente. É, normalmente, de responsabilidade dos níveis mais altos da empresa e diz respeito tanto à formulação de objetivos quanto à seleção das ações a serem seguidas para a sua consecução, levando em conta as condições internas e externas à empresa (OLIVEIRA, 1993).

No nível estratégico são formuladas as estratégias gerais da instituição, a longo prazo, referentes ao crescimento, à consolidação e às políticas de negócios. Entretanto, não são definidas as vias para atingir os resultados pretendidos.

O planejamento estratégico, de forma isolada, é insuficiente, uma vez que o estabelecimento de objetivos a longo prazo, bem como o seu alcance, resulta numa situação nebulosa, pois não existem ações mais imediatas que operacionalizem o planejamento estratégico. A falta desses aspectos é suprida através do desenvolvimento e implantação dos planejamentos tático e operacional de forma integrada (OLIVEIRA, 1993).

No caso de serviços de saneamento, assim como em outras situações, a abrangência dos planos estratégicos é de âmbito global, compreendendo toda a organização e toda a área geográfica servida. A componente financeira deste plano tem, tipicamente, horizontes da ordem de 10 a 20 anos. A componente técnica tende a abarcar períodos mais longos, de modo a atender adequadamente as estratégias de gestão otimizada no ciclo de vida dos componentes das infra-estruturas (ALEGRE e COVAS, 2009).

2.4.2 Planejamento Tático

O objetivo do planejamento tático é materializar as estratégias estabelecidas no planejamento estratégico, definindo a forma de implementá-las setorialmente. Os planos táticos têm um âmbito mais restrito do que o plano estratégico, em termos geográficos ou temáticos. São instrumentos de gestão fundamentais para assegurar uma coerência

entre a atividade de rotina, ao nível operacional, e as estratégias globais da organização (ALEGRE e COVAS, 2009).

O planejamento tático tem por objetivo otimizar determinada área de resultado e não a empresa como um todo. Portanto, trabalha com decomposições de objetivos, estratégias e políticas estabelecidas no planejamento estratégico.

Apresenta um horizonte temporal mais curto do que o do plano estratégico, adotando-se, tipicamente, horizontes de três a cinco anos.

Segundo Alegre e Covas (2009) os planos de reabilitação de sistemas de abastecimento de água, por exemplo, correspondem a planos táticos, em que os objetivos estratégicos são traduzidos em objetivos setoriais. Apesar de considerar que o planejamento da reabilitação deve ser feito aos três níveis apresentados anteriormente, a designação “plano de reabilitação” corresponde ao plano de nível tático.

2.4.3 Planejamento Operacional

No nível operacional são estabelecidos os planos de ação que se referem ao modo como as estratégias serão colocadas em prática a curto prazo. Os planos operacionais são mais específicos, em um âmbito mais localizado e tematicamente mais limitado. Definem, entre outros aspectos, os locais exatos de intervenção, a cronologia de intervenção, e as tecnologias, recursos humanos e materiais que serão utilizados.

O planejamento operacional nos sistemas de abastecimento de água pode envolver a realização de obras e a implementação de procedimentos de operação e manutenção ou a operacionalização de outras táticas não infra-estruturais (ALEGRE e COVAS, 2009).

Considerando que as entidades da administração pública regem-se por orçamentos aprovados anualmente, a elaboração de planos operacionais também deve seguir prazos anuais.

2.4.4 Gestão da Qualidade dos Serviços de Água e Esgoto: série ISO 24500:2007

O planejamento adequado dos serviços de saneamento está diretamente relacionado à gestão eficiente dos mesmos, por esse motivo, são apresentadas a seguir algumas considerações acerca da série ISO 24500 que trata da gestão da qualidade dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Essa série ISO, composta por um conjunto de três normas, conforme apresentadas a seguir, tem por objetivo fornecer às partes interessadas diretrizes orientações para a definição, avaliação e gestão dos serviços prestados de forma consistente com os grandes objetivos fixados pelas autoridades nacionais competentes e de organizações intergovernamentais internacionais. A norma destina-se a facilitar o diálogo entre as partes interessadas, permitindo-lhes desenvolver uma compreensão mútua das funções e tarefas que se inserem no âmbito dos serviços prestados (ISO 24512, 2007). A série é composta pelas seguintes normas:

- ISO 24510 – Serviços relacionados à água potável e águas residuárias – Diretrizes para melhoria e avaliação dos serviços para os usuários (norma de serviço);
- ISO 24511 - Serviços relacionados à água potável e águas residuárias – Diretrizes para gestão e avaliação dos serviços águas residuárias (norma de gestão);
- ISO 24512 - Serviços relacionados à água potável e águas residuárias – Diretrizes para gestão e avaliação dos serviços de água potável (norma de gestão).

As normas ISO 24511 e 24512 prevêm a realização, de forma consecutiva e contínua, de uma série de ações, as quais estão ilustradas na Figura 02.

A Figura 2 permite inferir que essas normas são compatíveis com o princípio da abordagem “*Plan – Do – Check – Act*” (PDCA), pois seguem uma sistemática de planejamento, execução, medição e avaliação, tendo como preceito a melhoria contínua. As normas da série ISO 24500 não dependem da aprovação da ISO 9000 e/ou ISO 14000. No entanto, a adoção dos sistemas de gestão previstos nas ISO 9001 e/ou 14001 pode facilitar a implementação das diretrizes previstas na série ISO 24500 e vice-versa (ISO 24512, 2007).

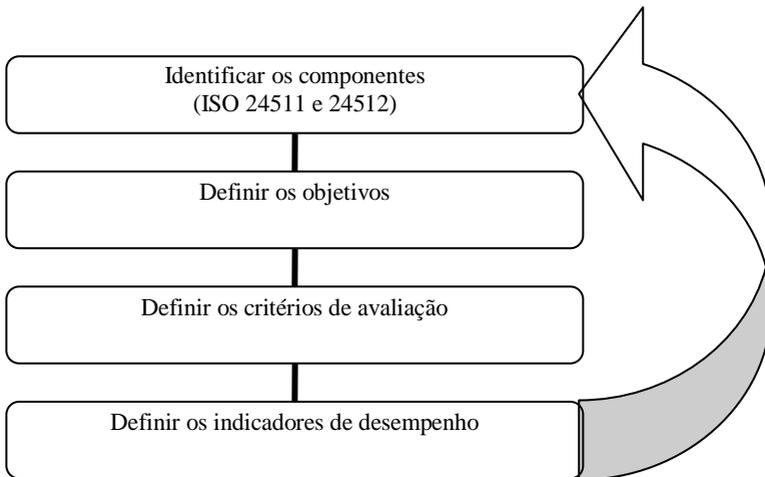


Figura 02. Processo de aplicação das normas ISO 24511 e 24512.
 Fonte: Adaptado de ISO 24512, 2007.

A aplicação de indicadores de desempenho no contexto dessas normas serve para verificação das conformidades no processo de auditoria de um sistema de gestão. A avaliação de desempenho é, acima de tudo, uma ferramenta de gestão, pois, para gerir é importante medir, comparar e analisar a evolução.

Oportuno ressaltar que a recomendação de uso dos indicadores é meramente exemplificativa naquelas normas, uma vez que o gestor poderá fazer uso de outros métodos de avaliação de desempenho do sistema.

2.5 SISTEMAS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

2.5.1 Indicadores de Desempenho

As medidas de desempenho utilizadas até o início dos anos 80 estavam relacionadas à avaliação financeira de organizações, tais como lucro, retorno de investimento e produtividade. Nos anos posteriores, além dos indicadores financeiros, surge a necessidade de uso de medidas

de desempenho não-financeiras, relacionadas aos aspectos operacionais (GHALAYINI e NOBLE, 1996). Dentre as medidas de avaliação de desempenho praticadas, os indicadores são as mais utilizadas (QUADROS; ROSA; ALEGRE, 2008).

O termo Indicador origina-se do latim "indicare", verbo que significa apontar. Os indicadores têm como função quantificar e simplificar uma informação de modo a facilitar o entendimento dos problemas tanto pelos gestores como pelo público em geral (SEGNESTAM, 1999). Sendo assim, são necessários para o entendimento do ambiente e para o planejamento de ações e decisões futuras (MALHEIROS; PHILIPPI JR; COUTINHO, 2006).

Já o termo indicador de desempenho, segundo De Rolt (1998), refere-se a elementos que medem os níveis de eficácia e eficiência de uma organização por meio da análise dos processos produtivos relacionados à satisfação dos clientes.

Ao aplicar os indicadores de desempenho nos serviços de abastecimento de água, Alegre et al (2000) os definiram como uma medida quantitativa de um aspecto particular do desempenho da entidade gestora ou do seu nível de serviço. Além disso, em concordância com o que fora mencionado acima, afirmaram que os indicadores são instrumentos de apoio ao monitoramento da eficiência e da eficácia da entidade gestora, os quais simplificam uma avaliação que de outro modo seria mais complexa e subjetiva.

Magalhães Jr., Cordeiro e Nascimento (2003) ressaltam que os indicadores são informações pontuais, no tempo e no espaço, cuja integração e evolução permitem o acompanhamento dinâmico da realidade e servem como instrumentos de auxílio ao processo decisório.

Por essa razão, a análise individualizada de um único indicador tem pouco interesse prático, podendo até conduzir a conclusões erradas. A interpretação do desempenho de uma entidade gestora deve ser feita com base em um conjunto de indicadores, com conhecimento de causa, considerando o contexto em que estão inseridos, bem como as características mais relevantes do sistema e da região em questão (ALEGRE et al, 2000).

Para Florissi (2009) o diagnóstico e o monitoramento de um determinado fenômeno da realidade, ou uma área temática específica, necessitam de um sistema constituído de diferentes tipos de indicadores. De acordo com Jannuzzi (2001), os tipos de indicadores são usualmente classificados como: i. quantitativos e qualitativos; ii. Descritivos e

normativos; iii. Simples ou compostos; iv. Indicador-insumo, indicador-produto e indicador-processo; v. estoque e performance ou fluxo; vi. Eficiência, eficácia e efetividade; e vii. Segundo ordem de precedência, período de referência e segundo a natureza relativa ou absoluta da medida.

Além disso, para que os indicadores de desempenho sejam ferramentas viáveis em qualquer sistema de avaliação sua escolha deve estar calcada no atendimento a alguns critérios. Malheiros, Philippi Jr. e Coutinho (2006) relacionam as características mais relevantes que devem ser observadas nos indicadores, a saber:

- Clareza: evitar incertezas em relação ao que é bom ou ruim, ser de fácil entendimento, com unidades que tenham sentido, e sugestivos para efetiva ação;
- Relevância: ser capaz de fornecer alguma informação útil ao usuário, informação essa que não está contida em outros instrumentos de medida que estão sendo utilizados ou que não sejam substituíveis por esses;
- Viabilidade: custo adequado de aquisição e processamento de dados e comunicação;
- Suficiente: fornecer a medida certa de informação;
- Oportuno: oportuno temporalmente, integrado com o planejamento;
- Adequado na escala: apropriado aos diferentes usuários potenciais;
- Democrático: diversidade e ampla participação na escolha e acesso aos resultados;
- Medida física: balancear, na medida do possível, unidades físicas e monetárias;
- Preventivo e proativo: deve conduzir para a mudança, fornecendo informação em tempo para se poder agir;
- Não deve pretender ser uma ferramenta estanque: deve estar inserido num processo de melhoria contínua, passível de discussão, de aprendizado e de mudança.

No que tange aos indicadores escolhidos para avaliação dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, Miranda (2002) afirma que esses devem oferecer bases seguras para o planejamento das ações e a avaliação de seus resultados; possibilitar a

análise de desempenho, permitindo a comparação entre diferentes sistemas e operadores de serviços; bem como contribuir na definição de políticas públicas para o setor de saneamento, nas três esferas de governo - federal, estadual e municipal.

Quanto à regulação dos serviços de saneamento, Ximenes (2006) aponta que a utilização de sistema de indicadores e a cooperação entre agências e diferentes órgãos reguladores são as estratégias que se sobressaem para a diminuição da assimetria de informações. Neste caso, o correto uso dos indicadores tem o potencial de constituir uma ferramenta central da atividade regulatória, trazendo maior economicidade, transparência e eficácia das ações das entidades reguladoras.

Por outro lado, Silva (2006) indica dois riscos de assimetria na operação de indicadores como instrumentos de regulação: a ausência de dados e indicadores que permitam o controle de conformidade dos agentes e serviços regulados, ou, o excesso de dados e indicadores pouco utilizáveis no acompanhamento objetivo de eficiência e eficácia dos agentes e serviços regulados, que compromete a eficácia da ação reguladora em seu todo. Essas duas situações, de falta de informações necessárias e excesso de informações desnecessárias, refletem deficiências de temporalidade, focalização funcional e pertinência temática dos indicadores em relação ao objetivo específico da avaliação para aquela função reguladora.

2.5.2 Aplicação dos Indicadores de Desempenho

As medidas de avaliação de desempenho têm sido utilizadas por diversos tipos de entidades, onde se incluem as entidades gestoras, consumidores ou utilizadores diretos, administração pública, entidades reguladoras e financiadoras. No que se refere aos serviços de abastecimento de água, Alegre et al (2000) apontaram algumas vantagens e aplicações associadas ao uso desses indicadores, conforme mencionados a seguir.

No âmbito dos gestores dos sistemas, o uso de indicadores propicia a adoção de medidas pró-ativas de gestão, o monitoramento do efeito das decisões tomadas e o apoio à adoção de medidas corretivas para melhoria da produtividade, dos procedimentos e das rotinas de

trabalho. Além disso, facilita a implementação de um sistema de Gestão da Qualidade Total e de rotinas de benchmarking (comparação de desempenho) internas e/ou externas.

Na administração nacional e local, fornecem um quadro de referência comum para comparação de desempenho das entidades gestoras e serve de apoio à formulação de políticas públicas para o setor, incluindo o desenvolvimento de programas de investimento e instrumentos reguladores.

Como exemplo, em 26 de junho de 2006, o Município de São Paulo sancionou a Lei nº 14.173, a qual estabelece indicadores de desempenho relativos à qualidade dos serviços públicos naquele Município. No contexto daquela lei, os indicadores de desempenho são instrumentos utilizados para medir a qualidade de determinados serviços públicos e têm por objetivo possibilitar:

- I - a defesa preventiva dos consumidores e dos usuários de serviços públicos;
- II - níveis crescentes de:
 - universalização dos serviços públicos;
 - continuidade dos serviços públicos;
 - rapidez no restabelecimento dos serviços públicos;
 - qualidade dos bens e serviços públicos;
- III - a redução gradativa dos:
 - custos operacionais dos bens e serviços públicos;
 - redução do desperdício de produtos e serviços;
- IV - a melhoria da qualidade do meio ambiente e das condições de vida da população (Art. 2º, Lei nº 14.173/2006).

Para as agências reguladoras dos serviços e os consumidores os indicadores proporcionam o monitoramento dos serviços, traduzindo processos complexos em informações objetivas e de fácil interpretação, permitindo a verificação da conformidade dos objetivos previamente estabelecidos.

A utilização de indicadores de desempenho como forma de comparação dos diversos aspectos da gestão do operador com a de outros operadores similares é uma das formas de originar um ambiente virtual de concorrência, especialmente quando se está diante de serviços

caracterizados pela ocorrência de monopólio natural. A concorrência por comparação, a qual permite identificar as ineficiências do prestador de serviços, pode, conforme exemplificado por Molinari (2007b), possibilitar ao órgão regular a aplicação dos incentivos necessários para a melhoria da gestão da empresa.

Molinari (2007b) destaca que o indicador de desempenho tem por objetivo ainda outras funções, como a de informar a todos os interessados sobre os níveis de serviço, mantendo-se, dessa forma, a pressão sobre as empresas a longo prazo, bem como fixar as metas de melhoria da eficiência durante as revisões tarifárias, tanto em relação aos custos de operação quanto aos custos de investimentos.

E, finalmente, às entidades financiadoras os indicadores permitem o estabelecimento dos setores/regiões prioritários ao recebimento de investimentos.

Tal é a aplicabilidade dos sistemas de indicadores de desempenho aos serviços de saneamento que a série ISO 24500, relativa à gestão da qualidade dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, prevê o uso de indicadores como um dos métodos para verificação das conformidades.

2.5.3 Confiabilidade e Exatidão dos Dados

Segundo Marcka (2004) tão importante quanto o correto enunciado conceitual do indicador é a confiabilidade da informação primária que lhe dá origem. A qualidade dos dados deve ser avaliada em termos de confiabilidade da fonte e a exatidão dos dados (ALEGRE et al, 2006). Com isso, o nível de precisão dos indicadores será dado pela capacidade de coleta das informações.

A confiabilidade dos dados indica quão segura é a fonte que os gerou, isto é, até que ponto os resultados de repetidas observações, nas mesmas condições, são consistentes, estáveis e uniformes. A exatidão, por sua vez, considera os erros na obtenção e processamento dos dados, incluindo o erro decorrente de eventual extrapolação entre medidas pontuais e o valor global fornecido (ALEGRE et al, 2006).

Molinari (2007a) ressalta que os indicadores resultam normalmente da combinação matemática de um ou mais dados,

portanto, o seu nível de confiança e precisão nunca será superior à qualidade dos seus dados.

Diante de uma imprecisão ou ausência de dados, Molinari (2007b) sugere a estimação dos mesmos, desde que se esteja consciente de que se trata apenas de uma estimação, a qual deverá ser suplementada por um dado mais exato, no menor tempo possível. Recomenda, ainda, que a utilização de indicadores comece com uma série limitada, utilizando-se informações existentes e trabalhando com uma quantidade menor de dados ausentes, visto que o esforço deve ser concentrado na obtenção da qualidade, mais do que na quantidade. À medida que o sistema for sendo paulatinamente consolidado, a série poderá ser ampliada.

Nesse contexto, a utilização dos indicadores de desempenho exige o estabelecimento de um procedimento normalizado para classificar a confiança dos dados, a qual deve permitir ao usuário conhecer o grau de confiança associado à informação disponível (ALEGRE et al, 2000).

O procedimento de avaliação da confiabilidade e exatidão dos dados aplicado neste estudo consiste no método desenvolvido pela OfWat – entidade reguladora de serviços na Inglaterra e País de Gales –, visto que o mesmo foi adotado por diversos sistemas de indicadores de desempenho ligados aos serviços de abastecimento de água. A descrição do método é apresentada em capítulo adiante.

2.5.4 Sistemas de Indicadores para os Serviços de Abastecimento de Água

Os sistemas de avaliação de desempenho já existentes e aplicáveis aos serviços de abastecimento de água e/ou coleta e tratamento de águas residuárias são mencionados em diversos trabalhos publicados na área (QUADROS; ROSA; ALEGRE, 2008; SILVA, 2007; VIEIRA et al, 2006). Dentre eles citam-se os sistemas desenvolvidos pela *International Water Association* (IWA), pelo *Office of Water Services* (OfWat), pelo Banco Mundial, pela *Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas* (ADERASA), pelo governo federal brasileiro (SNIS – Sistema Nacional

de Informações sobre Saneamento) e pela Associação Brasileira de Agências Reguladoras - ABAR, os quais são detalhados a seguir.

Ressalta-se, preliminarmente, que devido à existência de um universo amplo e complexo de indicadores de desempenho pertinentes ao planejamento e à regulação dos serviços de saneamento, sua aplicação deve ser realizada de forma criteriosa em relação ao objeto específico de cada segmento do processo (SILVA, 2006).

2.5.4.1 O sistema da *International Water Association* (IWA)

A definição de um quadro de referência de indicadores de desempenho a serem adotados no contexto do abastecimento de água levou a IWA, no ano de 1997, à criação de um grupo de trabalho, dependente do Comitê de Operação e Manutenção. Da atividade desse grupo resultou, no ano 2000, a publicação “*Performance Indicators for Water Supply Service*” (ALEGRE et al, 2000).

O sistema inicialmente proposto pela IWA contemplava 158 indicadores no total (ALEGRE et al, 2000). Já na segunda versão do manual, publicada no ano de 2006, é apresentado um conjunto de 182 indicadores distribuídos em seis domínios de avaliação (Quadro 02): Ambiente (Recursos Hídricos), Recursos Humanos, Infraestruturas, Operação, Qualidade do Serviço e Econômico-Financeiro.

Grupo de Indicadores	Subcategorias	Nº total
Recursos Hídricos	-	4
Recursos Humanos	Pessoal Total	2
	Pessoal por Função Principal	7
	Pessoal da gestão técnica por tipo de atividade	6
	Qualificação do pessoal	3
	Formação/Treinamento do pessoal	3
	Saúde e segurança do pessoal	4
	Horas extraordinárias	1

Quadro 02. Sistema de Indicadores de Desempenho da IWA (continua).

Grupo de Indicadores	Subcategorias	Nº total
Infra-estruturais	Tratamento	1
	Armazenamento	2
	Bombeamento	4
	Adução e distribuição	6
	Automação e controle	2
Operacionais	Inspeção e manutenção de infra-estruturas	6
	Calibração de instrumentos	5
	Inspeção de equip. elétrico e de transmissão	3
	Disponibilidade de veículos	1
	Reabilitação de condutos, de válvulas e ramais	5
	Reabilitação de conjunto eletro-bomba	2
	Perda de água	7
	Falhas	6
	Medição de vazão	4
	Monitoramento da qualidade da água	5
Qualidade de serviço	Cobertura do serviço	5
	Pontos de consumo públicos	5
	Pressão e continuidade no abastecimento	8
	Qualidade da água fornecida	5
	Reparos, ligações e instalação de medidores	3
	Reclamações	9
Econômico-Financeiro	Lucro	3
	Custos	21
	Investimentos	3
	Preço médio de venda da água	2
	Indicadores de eficiência	9
	Indicadores de “alavancagem”	2
	Indicadores de liquidez	1
	Indicadores de rentabilidade	4
	Perdas de água	2

Quadro 02. Sistema de Indicadores de Desempenho da IWA (continuação).
(Fonte: Alegre et al, 2000; Alegre et al, 2006).

Devido à eventual dificuldade de implantação do conjunto completo de indicadores, a IWA apresentou na primeira versão do manual uma hierarquização desses indicadores em três níveis, de acordo com sua importância como instrumentos de gestão (ALEGRE et al, 2000). Entretanto, na versão atual essa pré-classificação em níveis foi suprimida, visto que os autores consideraram que esse tipo de classificação poderia ser ilusória em algumas situações, pois um importante indicador em um caso poderia ser irrelevante em outros (ALEGRE et al, 2006).

Segundo Alegre et al (2006), um sistema de indicadores de desempenho não se destina somente a fornecer os valores de algumas relações, mas também elementos complementares (qualidade dos dados, dos fatores explicativos e de contexto), os quais são necessários às tomadas de decisões apropriadas. Dessa forma, associados aos indicadores, o sistema da IWA prevê outros três componentes principais (ALEGRE et al, 2006):

- Variáveis: são dados do sistema que podem ser combinados para o cálculo dos indicadores. Uma variável completa é formada por um valor (resultante de uma medição) expresso em uma unidade específica, e um grau de confiança que indica a qualidade dos dados representados pela variável;

- Informações de contexto: são elementos que fornecem informações sobre as características inerentes ao caso em avaliação, e esclarecem diferenças entre sistemas. Existem dois tipos de informações de contexto: aquela que descreve o contexto puro e fatores externos à entidade gestora do sistema, permanecendo praticamente constantes ao longo do tempo (demografia, geografia) e não sendo afetados por decisões da administração; os outros dados são aqueles que a curto e médio prazo não são influenciados pelas decisões da administração, mas que a política de gestão pode influenciar a longo prazo (por exemplo, o estado da infra-estrutura do serviço);

- Fatores explicativos: qualquer dado do sistema que pode ser utilizado para explicar os valores dos indicadores de desempenho, isto é, o nível de desempenho no período em análise.

O sistema desenvolvido pela IWA utiliza uma base de tempo anual para o cálculo dos indicadores (ALEGRE et al, 2000).

Segundo Kun, Talib e Redzwan (2007), o conjunto de indicadores da IWA considera o sistema no todo, operado por um único

prestador de serviços ao invés de um sistema fragmentado, que envolveria diferentes operadores na produção e distribuição de água.

2.5.4.2 O Sistema da *Office of Water Services* (OfWat)

A OfWat, entidade reguladora dos serviços de água na Inglaterra e no País de Gales, desenvolveu um sistema de avaliação de desempenho com intuito de analisar os investimentos necessários e os valores das tarifas praticadas pelas agências, visto a privatização ocorrida no setor após 1989.

O sistema de indicadores sugerido pelo OfWat é reconhecido como um modelo de êxito na obtenção de uma concorrência positiva entre os operadores de serviços de água privatizados (KUN; TALIB; REDZWAN, 2007). Percebe-se que esse sistema de indicadores está direcionado para avaliação da satisfação do consumidor, quando comparado com outros sistemas de avaliação de desempenho para os serviços de água (VIEIRA et al, 2006).

O sistema de avaliação de desempenho da OfWat é constituído por 15 indicadores distribuídos em quatro áreas-chave: abastecimento de água, esgotamento sanitário, atendimento ao cliente e impacto ambiental (OFWAT, 2007). O Quadro 03 apresenta o rol de indicadores que compõem o sistema da OfWat. Para cada indicador é definida uma ponderação que distingue a importância dos indicadores no cálculo da pontuação final de cada entidade gestora

Categoria	Indicador
Distribuição de Água	<ul style="list-style-type: none"> • Economias com baixa pressão • Consumidores afetados por interrupções não programadas no abastecimento • População sujeita à restrição de uso da água • Qualidade da água para consumo
Esgotamento Sanitário	<ul style="list-style-type: none"> • Propriedades sujeitas à inundações pela rede de esgoto (capacidade e outras causas) • Propriedades com risco de inundação pela rede de esgoto (uma ocorrência em 10 anos)

Quadro 03. Sistema de Indicadores de Desempenho do OfWat

Categoria	Indicador
Atendimento ao Cliente	<ul style="list-style-type: none"> • Média de contato do cliente (combinação dos indicadores: contatos não respondidos relativos às faturas, reclamações escritas não respondidas, faturas não baseadas em medições, problemas no atendimento ao cliente via telefone) • Outros serviços ao consumidor
Impactos Ambientais	<ul style="list-style-type: none"> • Disposição de lodo • Número de acidentes de poluição no tratamento e distribuição de água para consumo • Perdas de água no sistema de abastecimento de água

Quadro 03. Estrutura do Sistema de Indicadores de Desempenho do OfWat.

Fonte: Adaptado de OfWat , 2007.

Num processo de avaliação anual das entidades gestoras, o OfWat calcula uma pontuação global para cada entidade. Essa avaliação é divulgada na forma de relatórios, disponibilizados ao público, e compara o desempenho entre entidades gestoras, assim como as tendências de evolução dentro de cada entidade (VIEIRA et al, 2006).

2.5.4.3 O Sistema do Banco Mundial

No início dos anos 90, o Banco Mundial reconheceu a necessidade de utilizar indicadores operacionais para auxiliar a própria instituição e profissionais ligados aos serviços de saneamento a monitorar o impacto que os investimentos teriam sobre o desempenho do setor (Van Den BERG e DANILENKO, 2008). Sendo assim, o projeto inicialmente designado por BWSU – *Benchmarking Water and Sanitation Utilities* foi uma iniciativa internacional de benchmarking promovida pelo Banco Mundial (gestor) em conjunto com o Departamento de Desenvolvimento Internacional do Reino Unido (financiador) (Van Den BERG e DANILENKO, 2008; VIEIRA et al, 2006).

Atualmente designado por IBNET - *International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities*, essa ferramenta tem por objetivo permitir aos profissionais da área de saneamento comparar dados mediante a redução dos obstáculos ao *benchmarking* através de (i)

um acordo sobre um conjunto padrão de indicadores; (ii) do uso de um conjunto padrão de definições; e (iii) partilha de resultados (IB-NET).

Todavia, segundo Van Den Berg e Danilenko (2008), a definição de como e quais dados deveriam ser coletados para alimentar o sistema da IBNET teve a participação fundamental da IWA, visto que sistema da IWA serviu de ponto de partida para a criação do IBNET *Toolkit*.

O IBNET fornece um conjunto de três ferramentas para avaliar o desempenho dos serviços de água e esgoto, permitindo que uma entidade possa realizar uma auto-avaliação (ao longo do tempo) ou efetuar a comparação com serviços semelhantes em nível nacional, regional ou global. A primeira ferramenta consiste em uma planilha para coleta de dados, no formato Excel, a qual pode ser obtida no site da IBNET⁵. A segunda permite aos usuários pesquisar dados em formatos diferentes e aferir dados, possibilitando a comparação com outros serviços com características similares (por exemplo: tamanho, localização e estrutura de gestão). O terceiro instrumento fornece dados de agências participantes que podem auxiliar organizações interessadas em avaliar seu desempenho, promovendo o contato entre agências vizinhas, assim como outras organizações, de forma a facilitar a construção de redes locais para avaliação de desempenho e benchmarking (Van Den BERG e DANILENKO, 2008).

Dentre as características mais relevantes do IBNET, Van Den Berg e Danilenko (2008) destacam: a participação é voluntária, o que leva a uma grande diversidade de organizações; faz uso de uma abordagem descentralizada; e permite o desenvolvimento de séries temporais.

O IBNET inclui 42 indicadores principais e 37 sub-indicadores, agrupados nas seguintes categorias: cobertura de serviço, consumo e produção de água para consumo, água não faturada, práticas de medição, desempenho das redes, custos de operação e recursos humanos, qualidade do serviço, faturamento, finanças, bens, acessibilidade dos serviços e indicadores do processo (descritivos). O Quadro 04 apresenta os principais indicadores do IBNET *Toolkit*.

Desde a sua criação na década de 90, o IBNet tornou-se o maior banco de dados público, oferecendo indicadores de desempenho de cerca de 2400 entidades e 95 países (Van Den BERG e DANILENKO, 2008).

⁵ Disponível em: <http://www.ib-net.org>. Acessado em 04/09/2009.

Indicador Principal	Categoria
Cobertura do serviço de água	A
Cobertura do serviço de esgotamento sanitário	A
Produção de Água	B
Consumo total de água	B
Água não faturada	C
Nível de medição	D
% da água faturada que é medida	D
Quebra de tubulações	E
Obstruções na rede de esgoto	E
Custo operacional unitário	F
Funcionários/ 1000 ligações	F
Custos com recursos humanos versus custos operacionais	F
Custos de energia <i>versus</i> custos operacionais	F
Custos de serviços contratados de terceiros <i>versus</i> custos operacionais	F
Continuidade do serviço	G
Consumidores com descontinuidade no abastecimento	G
Reclamações sobre os serviços	G
Esgoto com tratamento primário	G
Arrecadação média para água e esgoto	H
Arrecadação média – somente água	H
Período de Faturação	H
Razão de faturação	H
Custos operacionais faturados	I
Taxa de cobertura do serviço da dívida	I
Receita total per capita	J

Quadro 04. Indicadores Principais do IBNET Toolkit

Categorias - A: cobertura de serviço; B: consumo e produção de água para consumo; C: água não faturada; D: práticas de medição; E: desempenho das redes; F: custos de operação e recursos humanos; G: qualidade do serviço; H: faturamento; I: finanças.

Fonte: www.ib-net.org.

2.5.4.4 O Sistema da ADERASA

A ADERASA – *Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas* – composta por agências reguladoras de países da América Latina, dentre eles, o Brasil,

desenvolve desde o ano de 2002 um projeto de *benchmarking*. Como ponto de partida, foi elaborado pelo grupo argentino, no ano de 2003, uma proposta de indicadores, constituindo o primeiro “*Manual de Indicadores de Desempenho*”, onde consta a descrição da metodologia, os dados e os indicadores de desempenho (ADERASA, 2008).

A ADERASA propõe uma série de Indicadores de Gestão (IG) para uso na regulação dos serviços de água e esgoto, tendo por base os indicadores já utilizados na Argentina, Bolívia, Brasil, Chile e Peru. Dessa forma, o sistema da ADERASA faz uso de informações tipicamente exigidas na regulação desses serviços nos países mencionados, evitando a sobrecarga dos operadores com exigências excessivas de informações (MOLINARI, 2007a).

Além disso, o sistema de indicadores da ADERASA manteve como guia os indicadores definidos pela IWA, com intuito de possibilitar sua incorporação a uma base de dados mais extensa e facilitar a realização de *benchmarking* com outros países. O sistema é composto por 80 Indicadores de Gestão (Quadro 05) apoiados por grupos de informações de contexto (Quadro 06), os quais correspondem a 144 dados que cobrem a totalidade dos aspectos que devem ser avaliados em serviços de água e esgoto.

Indicadores de Gestão	N°
Indicadores de Estrutura do Serviço	13
Indicadores de Operação	24
Indicadores de Qualidade do Serviço	18
Indicadores Econômicos	25

Quadro 05. Indicadores de Gestão do Sistema ADERASA

Fonte: MOLINARI, 2007a.

Tipo de informação	N° de dados
Institucional	34
Ambiental	16
Sobre o serviço	9
Sobre os aspectos físicos	19
Produção	11
Qualidade do serviço	23
Atenção ao usuário e sanções	7
Econômicas	25

Quadro 06. Informações de Contexto do Sistema ADERASA

Fonte: Adaptado de MOLINARI, 2007a.

De acordo com Molinari (2007a), esforços foram empreendidos visando à limitação do número de indicadores ao mínimo indispensável. Todavia, nos casos em que os indicadores propostos se apresentem insuficientes, a ADERASA sugere a adoção de indicadores propostos pelos manuais da IWA.

Por fim, o manual proposto pela ADERASA apresenta um capítulo dedicado à implantação dos IG para uso em técnicas de *benchmarking*.

2.5.4.5 Sistema Praticado no Brasil: SNIS

No Brasil, o Governo Federal, por meio do Ministério das Cidades, desenvolveu o Sistema Nacional de Informações de Saneamento - SNIS, vinculado ao Programa de Modernização do Setor de Saneamento – PMSS (SNSA, 2007). Tal sistema tem como objetivos a contribuição para (SNSA, 2007):

- o planejamento e execução de políticas públicas;
- a orientação da aplicação de recursos;
- a avaliação de desempenho dos serviços;
- o aperfeiçoamento da gestão, elevando os níveis de eficiência e eficácia;
- a orientação de atividades regulatórias; e
- o *benchmarking* e guia de referência para medição de desempenho

Esse sistema apóia-se em um banco de dados administrado na esfera federal, que contém informações de caráter operacional, gerencial, financeiro e de qualidade, sobre a prestação de serviços de água e de esgotos e sobre os serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos. No caso dos serviços de água e de esgotos, os dados são atualizados anualmente para uma amostra de prestadores de serviços do Brasil, desde o ano-base de 1995. Em relação aos serviços de manejo de resíduos sólidos, os dados são também atualizados anualmente, desde o ano de 2002 (MIRANDA, 2006).

Desde sua criação, o SNIS coleta informações sistematicamente de cada ano, amplia a amostra e efetua revisões na metodologia de coleta e tratamento das informações, no glossário e na relação de

indicadores, além de incluir novas informações e indicadores e de aprimorar o banco de dados (SNSA, 2007).

As amostras coletadas pelo SNIS abrangem as companhias estaduais de saneamento, todos os prestadores de serviços de âmbito microrregional e um número crescente de prestadores de serviços municipais. A partir das informações primárias dadas pelos prestadores de serviços, o SNIS calcula uma série de indicadores, os quais estão subdivididos nos seguintes grupos (Quadro 07):

Grupos de Indicadores	Nº total
Indicadores Econômico-Financeiros e Administrativos	30
Indicadores Operacionais – Água	22
Indicadores Operacionais – Esgoto	8
Indicadores de balanço Contábil	9
Indicadores de Qualidade dos Serviços	13

Quadro 07. Indicadores de Desempenho do SNIS

Fonte: SNSA (2007).

Segundo Miranda (2006), nas esferas estadual e municipal os dados publicados pelo SNIS contribuem para a regulação e a fiscalização da prestação dos serviços e para a elevação dos níveis de eficiência e eficácia na gestão das entidades prestadoras dos serviços, por meio do conhecimento de sua realidade, orientando investimentos, custos e tarifas, bem como incentivando a participação da sociedade no controle social, monitorando e avaliando os efeitos das políticas públicas.

2.5.4.6 Indicadores Propostos pela ABAR para Regulação dos Serviços de Saneamento

A ABAR – Associação Brasileira de Agências Reguladoras, entidade de direito privado cujos associados são as agências de regulação do país, realizou, no ano de 2006, uma oficina internacional sobre indicadores para regulação dos serviços de água e esgoto. O objetivo da oficina era fomentar a cultura da regulação, a troca de experiências entre as agências reguladoras e a capacitação dos entes reguladores. Estiveram presentes 14 agências estaduais e municipais, além de representantes do ente regulador de água (*ETOSS*) de Buenos

Aires, do Sistema de Informação em Água e Saneamento (SIAS) da Bolívia e da ADERASA. Como resultado dessa oficina, foi proposto um conjunto de indicadores para regulação dos serviços de água e esgoto a ser utilizado por todas as agências reguladoras (XIMENES, 2006).

Posteriormente, a ABAR e a Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará – ARCE publicaram a obra “Regulação: Normatização da Prestação de Serviços de Água e Esgoto”, na qual, além de relacionar uma série de artigos sobre o tema, foram propostas normas para avaliação da prestação dos serviços de saneamento. Dentre essas, uma trata especificamente sobre a coleta, a sistematização e o cálculo de indicadores. A proposta ratifica parcialmente os indicadores sugeridos na oficina internacional ocorrida em 2006, visto que considerou apenas aqueles relacionados ao SNIS. A relação dos indicadores é apresentada no Quadro 08.

Segundo Piza e Paganini (2006) alguns dos indicadores adotados pelas agências reguladoras devem ser implantados junto com os contratos de prestação dos serviços e outros devem ser incorporados ao longo do tempo, em função da sua oportunidade e conveniência para cada caso, respeitando o tempo necessário para a estruturação da prestadora do serviço.

Ind.	Título	Aplic.	Referência
Operacional	Índice de Perdas de faturamento (%)	Água	SNIS – I013
	Índice de Perdas na Produção/Distribuição (%)	Água	SNIS – I049
	Índice de atendimento urbano (%)	Água	SNIS – I023
	Índice de hidrometração (%)	Água	SNIS – I009
	Densidade de vazamentos* (vazamentos/1000 lig.)	Água	-
	Densidade de obstruções* (obstruções/km.)	Esgoto	Aderasa – ICC02
	Índice de Atendimento urbano (%)	Esgoto	SNIS – I024
Qualidade	Descontinuidade dos serviços* (%)	Água	Aderasa – ICA01
	Interrupções dos serviços* (%)	Água	Aderasa – ICA02
	Conformidade geral das análises (coliformes totais, turbidez e cloro residual livre) (%)	Água	SNIS – I075 SNIS – I076 SNIS – I084

* indicadores propostos na oficina internacional que não integram o SNIS
Quadro 08. Proposta de Indicadores da ABAR para a regulação (continua).

Ind.	Título	Aplic.	Referência
	Cumprimento da quantidade de análises exigidas pela norma (coliformes totais, turbidez e cloro residual livre) (%)	Água	SNIS – I079 SNIS – I080 SNIS – I085
	Cumprimento da quantidade de análises exigidas pela norma* (%)	Esgoto	Aderasa – ICC03
	Conformidade das análises das águas residuárias* (%)	Esgoto	Aderasa – ICC04
	Densidade de reclamações de água e esgoto* (reclamações/1000 lig.)	Água e esgoto	-
	Quantidade de solicitações de serviços de água e esgoto por ligação* (%)	Água e esgoto	-
	Atendimento em tempo às reclamações* (%)	Água e esgoto	-
Econômico- Financeiros	Tarifa média de água (R\$/m ³)	Água	SNIS – I005
	Tarifa média de esgoto (R\$/m ³)	Esgoto	SNIS – I006
	Indicador de desempenho financeiro (%)	Água e esgoto	SNIS – I012
	Despesa de exploração por m ³ faturado (R\$/m ³)	Água e esgoto	SNIS – I026
	Índice de evasão de receitas (%)	Água	SNIS – I029
	Grau de Endividamento (%)	Esgoto	SNIS – I063
	Rentabilidade sobre o patrimônio líquido (%)	Água e esgoto	SNIS – I066
	Liquidez geral (%)	Água e esgoto	SNIS – I062

Quadro 08. Proposta de Indicadores da ABAR para a regulação.
Fonte: XIMENES (2006).

2.5.4.7 Comparação entre os Sistemas de Indicadores

Em uma avaliação geral do rol de indicadores propostos pelos sistemas estudados, constata-se que a maioria deles tem como foco a gestão, visto a ênfase dada aos indicadores relacionados à aferição da prestação do serviço. Mesmo os indicadores desenvolvidos com foco na atividade regulatória, tais como os propostos pela ADERASA e ABAR, tiveram como ponto de partida os estudos pioneiros desenvolvidos com foco no ato de administrar a prestação dos serviços.

O Quadro 10, a seguir, apresenta uma síntese das principais características dos sistemas estudados nesta pesquisa.

Sistema	Finalidade para o qual foi criado	Características principais
IWA	Desenvolvido por membros da IWA, teve como objetivo a criação de um quadro de referência comum para os indicadores de desempenho que pudesse satisfazer as necessidades comuns dos principais tipos de utilizadores (entidades gestoras, reguladoras, financiadoras, organizações ambientais ou de defesa do consumidor), com especial ênfase para as entidades gestoras de sistemas de abastecimento de água.	<ul style="list-style-type: none"> - respaldo internacional, visto que sua elaboração contou com a experiência de diversas entidades gestoras de sistemas de abastecimento de água, mediante a apresentação e discussão em 20 encontros científicos e técnicos; - tem como foco a gestão dos sistemas de saneamento; - conjunto de 182 indicadores distribuídos em seis categorias; - permite avaliar o sistema por completo; - devido ao grande número de indicadores, é necessário que o utilizador seleccione os indicadores compatíveis com os dados existentes sobre o sistema e com o objetivo da avaliação; - conceitos e metodologia do sistema foram incorporados à série ISO 24.512:2007.
OFWAT	Elaborado pela entidade reguladora dos serviços de água na Inglaterra e País de Gales, visava avaliar os investimentos e os valores das tarifas praticados pelas agências, as quais foram privatizadas a partir de 1989.	<ul style="list-style-type: none"> - sistema constituído por apenas 15 indicadores, divididos em 4 categorias, das quais uma refere-se à distribuição de água. - para cada indicador é definida uma ponderação que distingue a importância dos indicadores no cálculo da pontuação final de cada entidade gestora. - voltado para avaliação da satisfação do consumidor.

Quadro 09. Síntese das características dos sistemas de indicadores estudados (continua).

Sistema	Finalidade para o qual foi criado	Características principais
Banco Mundial	<p>Iniciativa do Banco Mundial em virtude da reconhecida necessidade de implementação de indicadores para auxiliar a instituição e profissionais ligados ao saneamento na avaliação impactos provocados por investimentos no setor.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - sistema baseado nos indicadores propostos pela IWA; - contempla 42 indicadores principais e 37 sub-indicadores; - ferramenta de <i>benchmarking</i> disponível na internet que permite a comparação entre serviços semelhantes de nível nacional, regional ou global; - os indicadores adotados no sistema estão voltados para regiões em desenvolvimento; - banco de dados público, com informações de 2400 entidades e 95 países;
ADERSA	<p>Desenvolvido por uma associação de agências reguladoras da América Latina, propõe o estabelecimento de uma série de indicadores comuns para uso regulatório por seus associados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - desenvolvido a partir do sistema da IWA, tem como base informações tipicamente exigidas na regulação dos serviços de saneamento da Argentina, Brasil, Bolívia, Chile e Peru; - constituído por 80 indicadores de gestão, apoiados por informações de contexto, totalizando 144 dados do sistema. - os indicadores abrangem aspectos operacionais, estruturais, de qualidade dos serviços e econômicos.

Quadro 09. Síntese das características dos sistemas de indicadores estudados (continua).

Sistema	Finalidade para o qual foi criado	Características principais
SNIS	<p>Elaborado e implementado pelo Governo Federal brasileiro em 1996, no âmbito do Programa de Modernização do Setor de Saneamento – PMSS, constitui-se um banco de dados do setor de saneamento, com vistas a subsidiar, dentre outros, o planejamento e execução de políticas públicas; a avaliação de desempenho dos serviços; a orientação de atividades regulatórias.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - banco de dados administrado na esfera federal; - relaciona prestadores de serviços de água, esgoto e de manejo de resíduos sólidos urbanos. - contempla 82 indicadores calculados a partir de informações de caráter operacional, gerencial, financeiro e de qualidade.
ABAR	<p>Desenvolvido para fins de regulação dos serviços prestados pelas agências associadas à ABAR</p>	<ul style="list-style-type: none"> - a proposta inicial baseava-se nos indicadores previstos no sistema da ADERASA e SNIS, sendo que o rol atualmente indicado pela Associação é exclusivo aos indicadores previstos no SNIS; - composto por 18 indicadores subdivididos em três categorias: operacional, qualidade e econômico-financeiro.

Quadro 09. Síntese das características dos sistemas de indicadores estudados.

2.6 O PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO

O termo “decisão”, segundo Ensslin (1995), refere-se a um processo complexo e abrangente que se inicia com a percepção da necessidade de uma mudança e tem seu término com a escolha de um curso de ação, entre vários viáveis, e com a sua implantação.

De acordo com Pereira e Fonseca (1997), a decisão é um processo sistêmico, paradoxal e contextual, não podendo ser analisada separadamente das circunstâncias que a envolvem. O conhecimento das características, dos paradoxos e desafios da sociedade é essencial à compreensão dos processos decisórios.

Para Gomes e Rocha (1997), tomar uma decisão é fazer uma escolha entre diversas alternativas. A eficiência na tomada de decisão consiste na escolha da alternativa que, tanto quanto possível, ofereça os melhores resultados. As alternativas factíveis de atender o objetivo da decisão e, portanto, selecionadas para avaliação, serão comparadas em função de critérios e sob a influência de atributos.

A teoria da decisão parte do pressuposto de que os indivíduos são capazes de expressar suas preferências básicas, e são racionais, quando enfrentam situações de decisão simples. Com base nessa proposição, a metodologia desenvolvida pela teoria da decisão permite a resolução de problemas de decisão mais complexos (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2009).

A racionalidade, conceito base dos diversos modelos de tomada de decisão, refere-se ao fato de que as organizações e/ou indivíduos seguem um comportamento de escolha entre alternativas, que está fundamentado em critérios objetivos de julgamento, cujo alvo principal é alcançar um nível pré-estabelecido de aspirações (NOGUEIRA, 2002). Em sendo assim, um processo de decisão começa pela identificação do que se deseja, do que se pode fazer (alternativas) e da informação disponível. Espera-se que estes elementos, ordenados numa estrutura lógica, resultem na melhor decisão possível (EHRlich, 1996a).

Alguns outros conceitos associados aos processos de tomada de decisão são apresentados a seguir:

- Decisor: pode integrar um indivíduo, vários indivíduos, ou várias entidades. Para que um grupo seja identificado como um decisor é preciso que, os sistemas de valores, de informações e as redes de

relações entre os diversos membros não sejam necessariamente diferenciados. Os decisores têm diferentes opiniões, personalidades e objetivos, dos quais todos têm um lugar no processo de decisão. Contudo, os decisores podem ainda ser classificados em intervenientes - são pessoas que tomam a decisão sobre os programas e têm ação direta sobre a mudança - ou agidos - são as pessoas afetadas direta ou indiretamente pelo programa (SCHMIDT, 1995).

- Analista (facilitador): tem o papel de esclarecer e mobilizar o processo de avaliação e/ou negociação à tomada de decisão, ajudando as pessoas a visualizarem o problema (SCHMIDT, 1995).

- Cenário: é uma interpretação de uma idéia, sendo enfatizado com uma representação apropriada de sua interação com os fatores ambientais, culturais, políticos, sociais, econômicos etc (NOGUEIRA, 2002).

- Hierarquia: segundo Saaty (1991 apud Nogueira 2002), é uma abstração da estrutura de um sistema para estudar as interações funcionais de seus componentes e seus impactos no sistema total.

- Critérios: são medidas, regras e padrões que guiam a decisão. É um modelo de preferência entre elementos de um grupo de ações reais e fictícias, as quais incluem noções matemáticas (SCHMIDT, 1995).

Para Chiavenato (1983 apud GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2009), em todo processo decisório são identificados seis elementos comuns, quais sejam: (i) decisor; (ii) objetivo; (iii) preferências; (iv) estratégia (metodologia utilizada para a tomada de decisão); (v) situação (aspectos ambientais, recursos e restrições); e (vi) resultado (conseqüências do processo de decisão).

Ramos (2005) destaca que qualquer sistema de suporte à decisão, para ser eficaz, necessita de informações confiáveis, robustas e relevantes sobre a situação analisada. A qualidade das informações incorporadas nesse tipo de sistema influencia sobremaneira a sua utilidade e os seus resultados.

A ciência de tomada de decisão tem evoluído desde os anos 50, em especial devido ao aperfeiçoamento das técnicas e procedimentos matemáticos. Até a primeira metade do século XX, utilizava-se basicamente a esperança matemática para a tomada de decisão em condições consideradas aleatórias. Na década de 50, em razão da experiência ganha pelas Forças Aliadas na abordagem dos problemas logístico-militares surgidos durante a Segunda Guerra Mundial, deu-se ênfase à solução dos problemas usando a então nascente Pesquisa

Operacional. Nesse ponto, surge a imediata necessidade de otimizar custos, lucros e despesas, sendo então desenvolvidos métodos estritamente matemáticos para se encontrar a solução ótima de um problema (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2009).

Com o desenvolvimento da análise de custo-benefício, o processo de tomada de decisão passou a considerar aspectos de natureza qualitativa, adicionando variáveis relacionadas à preservação ambiental e fatores sociais, por exemplo. Entretanto, nesse tipo de análise cada aspecto é traduzido como um valor financeiro e, ao final, todos os aspectos são comparados por um único critério, ou seja, constitui-se uma análise monocriterial (SCHMIDT, 1995).

Nas últimas três décadas, tem havido um aumento da consciência da necessidade de identificar e considerar vários objetivos, simultaneamente, na análise de soluções de alguns problemas, em particular aqueles derivados do estudo de sistemas de larga escala. Esses métodos multicritérios ou multiobjetivos utilizam uma abordagem diferenciada, pois atuam sob a forma de auxílio à decisão, não só visando à representação multidimensional dos problemas, mas também incorporando uma série de características bem definidas quanto a sua metodologia (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2009). Juntamente com esta abordagem muitas ferramentas têm sido criadas, adaptadas e/ou mescladas com outras já consagradas, para possibilitar uma melhor escolha pelo tomador de decisão (ZUFFO, 1998).

Observa-se, ainda, que o processo de tomada de decisão, antes dominado por decisões centralizadas num único decisor, atualmente, torna-se cada vez mais uma ação descentralizada e coletiva, destacando-se, no contexto mundial, a importância de decisões tomadas em grupo (NOGUEIRA, 2002).

De acordo com Schmidt (1995) a introdução do risco e da incerteza nos modelos trouxe uma nova gama de informações que permitiram o aperfeiçoamento do processo decisório. No cotidiano, a maioria das decisões não requer o auxílio de modelos⁶, mas quando a decisão é importante (nas possíveis conseqüências), complexa (muitos aspectos a considerar), envolvendo muitas alternativas e distintos

⁶ Para Ehrlich (1996a) um modelo é uma representação simplificada da realidade, mediante a qual procuramos identificar e destacar os elementos desta realidade que sejam os mais importantes para a decisão. No processo de modelagem, troca-se a riqueza e abrangência da realidade por poder de análise e capacidade de experimentação.

objetivos, quando necessita ser compartilhada por um grupo de pessoas ou quando envolve riscos, um modelo pode servir de grande apoio.

2.6.1 Apoio Multicritério à Decisão

Para a maioria dos problemas de interesse prático é necessário que se analisem, simultaneamente, vários atributos de cada alternativa, ou seja, os problemas de decisão requerem uma visão global que compreenda vários critérios (EHRlich, 1996b). Os critérios, por sua vez, correspondem aos aspectos que identificamos como importantes para atingir o objetivo de classificação das alternativas segundo nossos desejos (ou valores).

Desde os anos 70 o pensamento a respeito de como resolver problemas vem mudando com mais intensidade, enfrentando os desafios de uma nova realidade. Estes desafios fizeram com que surgisse um conjunto de novos métodos para auxiliar no processo de tomada de decisão, os quais possibilitaram a interpretação com maior precisão dos novos problemas e questões do mundo moderno. Estas novas técnicas de tomada de decisão estão em crescente e rápida evolução nos últimos anos (NOGUEIRA, 2002).

Estes novos métodos de apoio ao processo decisório, de acordo com Nogueira (2002), surgem como forma de resolver problemas de natureza multidisciplinar, com diversos fatores a serem levados em conta na análise, ou seja, multicriteriais. As abordagens multicritérios são técnicas de análise para tomada de decisão e planejamento que se baseiam no princípio de que para a tomada de decisão, a experiência e o conhecimento das pessoas é, pelo menos, tão valioso quanto os dados utilizados. Estas técnicas permitem avaliar critérios que não podem ser transformados em valores financeiros (SCHMIDT, 1995). Dentre as características metodológicas dos métodos multicriterias, exemplificam-se:

- a) a análise do processo de decisão ao qual essa metodologia é aplicada, sempre com objetivo de identificar informações/regiões críticas;
- b) melhor compreensão das dimensões do problema;

- c) a possibilidade de haver diferentes formulações válidas para o problema;
- d) a aceitação de que, em problemas complexos, nem sempre as situações devem forçosamente encaixar-se dentro de um perfeito formalismo e, em particular, que estruturas que representem apenas parcialmente a comparabilidade entre as alternativas possam ser relevantes ao processo de auxílio à decisão;
- e) o uso de representações explícitas de uma estrutura de preferências, em vez de representações numéricas definidas artificialmente, pode muitas vezes ser mais apropriado a um problema de tomada de decisão. (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2009)

De acordo com Gomes e Rocha (1997), a distinção entre o Apoio Multicritério à Decisão e as metodologias tradicionais de avaliação é o grau de incorporabilidade dos valores do decisor nos modelos de avaliação. É preciso aceitar que a subjetividade está sempre presente nos processos de decisão. Nesse sentido, buscaram-se construir modelos que legitimem a elaboração de juízos de valores, juízos estes necessariamente subjetivos, onde os modelos são a estrutura de valores dos decisores associados a cada critério. O problema fundamental da decisão Multicritério é associar a relação de preferências (subjetivas) entre os vários critérios no processo de decisão.

A avaliação multicriterial permite comparar alternativas de decisões considerando diferentes escalas de valores, ao contrário do critério de valoração exclusivamente monetária. Uma decisão racional dar-se-ia mediante a atribuição de pesos, implícitos aos critérios considerados, através de um processo de discussão entre decisores. O método supõe que as pessoas que decidem sejam profundamente conhecedoras do assunto, possuam todos os dados técnicos à disposição e tenham sensibilidade para representar as demandas ou preferências da maioria da população (MONTIBELER Filho, 2008).

Desde os anos 60 um grande número de métodos tem emergido com intuito de resolver os problemas envolvendo AMD. De modo geral, problemas de decisão podem ser discretos, quando se trata de um número finito de alternativas, ou contínuos, quando tal número pode ser pensado como infinitamente grande. Gomes, Gomes e Almeida (2009) apontam que entre os métodos multicritério discretos destacam-se a Utilidade Multiatributo, o AHP e os métodos Electre. Segundo aqueles

autores, os dois primeiros são considerados os mais representativos da escola americana do Apoio Multicritério a Decisão (AMD), os métodos Electre constituem, por assim dizer, o coração da chamada escola francesa. Os métodos contínuos são também denominados métodos de otimização multicritério ou métodos interativos, compreendendo basicamente métodos de programação matemática com mais de uma função-objetivo. A utilização desses métodos, tanto discretos como contínuos, é imensamente facilitada por softwares especializados.

A abordagem do problema de decisão sob o enfoque do Apoio Multicritério à Decisão, não visa apresentar ao decisor ou decisores uma solução para o seu problema, mas, sim, apoiar o processo decisório pela recomendação de ações ou cursos de ações a quem vai tomar a decisão (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2009).

A seguir é apresentado com maior detalhamento o método multicriterial AHP, o qual será explorado no desenvolvimento deste trabalho.

2.6.1.1 *Analytic Hierarchy Process*

O *Analytic Hierarchy Process* (AHP), desenvolvido por Saaty no ano de 1980, é um método multicritério de apoio à tomada de decisão, amplamente utilizado, provavelmente em virtude da facilidade com que o método elucida informações de preferência aos tomadores de decisão (LOOTSMA, 1999).

O modelo Hierárquico estrutura o problema de decisão através de uma hierarquização de critérios e, dentro dessa estrutura, propõe um método matemático de priorização desses critérios e escolha de uma alternativa em função da obtenção de julgamentos de preferência emitidos pelo(s) ator(es) participante(s) do processo. O modelo pretende ser uma ferramenta para o decisor analisar a inter-relação e compreender a complexidade dos elementos do processo decisório, sem se ater apenas ao que é quantificável, mas também considerar os fatores intangíveis, qualitativos, que se incorporam ao modelo pelas preferências dos atores através de julgamentos emitidos pelos mesmos (ROSATELLI, 1992).

Segundo Nogueira (2002), a teoria do AHP reflete a maneira natural do funcionamento da mente humana ao avaliar e estruturar um problema complexo. Ao confrontar-se com um grande número de elementos, controláveis ou não, que abrangem uma situação complexa, a

mente humana os agrega em grupos, segundo propriedades comuns. Assim, quando o ser humano identifica alguma questão complexa, decompõe a complexidade encontrada, descobre relações, sintetizando-a.

Para Schmidt (1995) as duas grandes vantagens que o AHP tem sobre os outros métodos multicriteriais, é a facilidade de uso e a habilidade de manusear com julgamentos inconsistentes. Por outro lado, a maior dificuldade encontrada no uso do AHP é a necessidade de um grande número de julgamentos para determinar todos os pares de comparação necessários.

O método, portanto, baseia-se em três princípios, quais sejam (SCHMIDT, 1995):

- Estruturação (decomposição) do problema;
- Julgamentos comparativos;
- Síntese das prioridades.

O detalhamento da metodologia será apresentado em capítulo adiante.

3 METODOLOGIA

A aplicação de indicadores de desempenho proposta neste estudo se voltou à avaliação dos serviços do abastecimento de água para fins de planejamento e de regulação. Tendo em vista esses dois vieses, a seleção dos indicadores e a abrangência de sua aplicação (setorial ou sistêmica) tiveram caráter distinto para cada situação.

No que se refere ao planejamento da organização, a escolha dos indicadores esteve alicerçada em critérios de avaliação que foram estabelecidos a partir dos objetivos estratégicos atribuídos a entidade gestora avaliada, enquanto sua abrangência considerou de forma independente cada um dos setores operacionais que compõem aquele sistema, permitindo a comparação interna entre setores.

Quanto à regulação, a seleção dos indicadores considerou aqueles recomendados pela ABAR para agências reguladoras desses serviços no Brasil. O cálculo desses indicadores teve como base os dados do sistema como um todo (global), visto que permitiram comparar o sistema escolhido com outros similares.

A Figura 03 ilustra a seqüência de etapas desenvolvidas neste trabalho visando à avaliação da aplicabilidade dos indicadores de desempenho na regulação e no planejamento de um sistema de abastecimento de água.

A seguir são detalhadas as metodologias relacionadas a cada uma das etapas indicadas no diagrama anterior.

3.1 ESTUDO DE CASO

Os métodos descritos neste trabalho foram aplicados ao Serviço Intermunicipal de Água e Saneamento – SIMAE que atende aos municípios de Capinzal e Ouro, ambos inseridos na porção sul da bacia hidrográfica do rio do Peixe, no meio oeste catarinense. A Figura 04 permite a visualização parcial desses Municípios, com destaque para a localização do ponto de captação de água do SIMAE no rio do Peixe e a sede administrativa daquela autarquia.

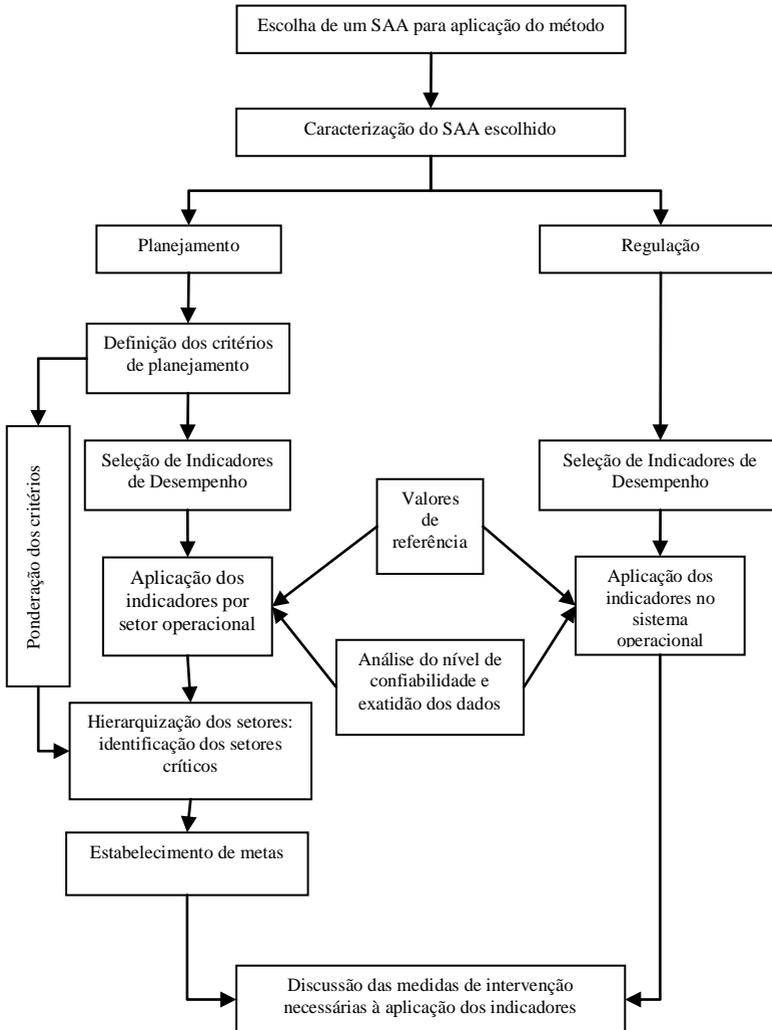


Figura 03. Diagrama esquemático das atividades desenvolvidas.

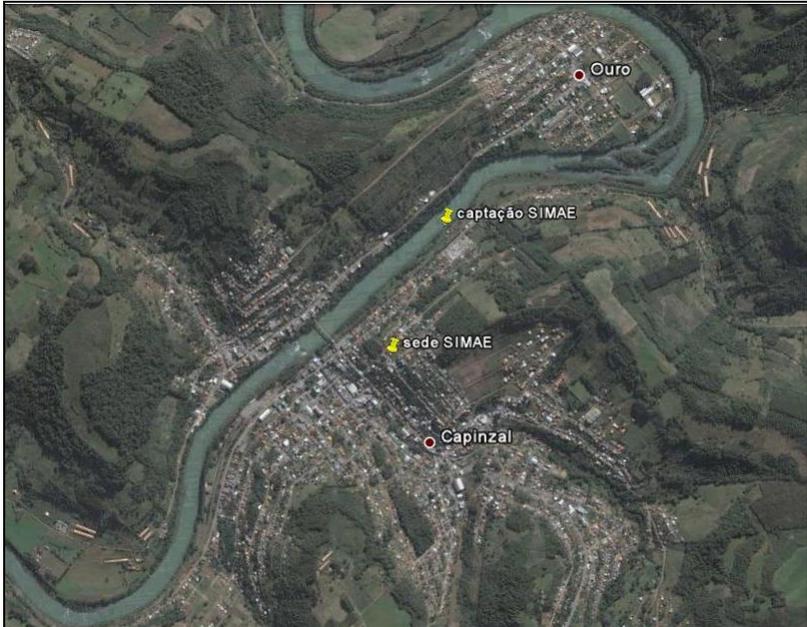


Figura 04. Vista aérea parcial dos municípios de Capinzal e Ouro.

Fonte: Imagem do satélite *Quick Bird*, datada em 01/07/2005, obtida por meio do software *Google Earth*.

A escolha do local foi motivada pela possibilidade de utilização de produtos obtidos nos anos de 2007/2010 durante a vigência do projeto “*Uso associado de técnicas computacionais e de experimentação voltado ao gerenciamento de perdas em sistemas de abastecimento de água desenvolvidas*”, contemplado com recursos do Programa de Pesquisa em Saúde e Saneamento, da FUNASA (Edital 2007).

Além dos dados do projeto supramencionado, foram utilizadas informações disponibilizadas pelo SIMAE, das quais algumas constam na publicação do Ministério das Cidades intitulada “*Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto*”, referente ao ano de 2008.

3.2 METODOLOGIA DE SELEÇÃO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO

3.2.1 Planejamento Tático de Sistemas de Abastecimento de Água

Inicialmente convém lembrar que o planejamento tático, ao qual se aplica este trabalho, tem por objetivo a materialização do que fora estabelecido em nível estratégico, cabendo nessa fase a definição da forma de implantação dessas estratégias setorialmente.

A seleção dos indicadores para fins de planejamento foi baseada na seqüência de passos estabelecida pela norma ISO 24.512:2007. De acordo com aquela norma, a seleção de indicadores associados ao planejamento de uma entidade gestora de serviços de abastecimento de água deve ser precedida pela definição de objetivos e critérios de avaliação do serviço.

Portanto, para o desenvolvimento deste trabalho, no âmbito do planejamento tático, foram estabelecidos inicialmente os objetivos estratégicos, uma vez que as ações desenvolvidas naquele plano correspondem à materialização do que fora definido no nível mais amplo (estratégico).

Sendo assim, adotaram-se, no âmbito desta pesquisa, os seguintes objetivos estratégicos da entidade gestora, os quais estão exemplificados pela ISO 24.512:2007:

- Fornecimento de serviços em condições satisfatórias aos usuários;
- Sustentabilidade da entidade gestora;
- Maximização do uso dos recursos naturais visando à proteção ao meio ambiente.

A partir desses objetivos estratégicos foram formulados os objetivos em nível tático, os quais ficaram restritos às infraestruturas física e operacional de armazenamento e distribuição de água, sendo, portanto, mais específicos e setORIZADOS que os estratégicos.

Em seguida, foram definidos os critérios e subcritérios necessários à avaliação dos serviços segundo os objetivos de interesse, tendo em vista que os critérios são elos entre os objetivos e as medidas de desempenho.

Por fim, as medidas de desempenho selecionadas para a avaliação de cada um dos critérios foram obtidas no rol de indicadores proposto pela IWA (ALEGRE et al, 2000).

3.2.1.1 Para a Regulação de Sistemas de Abastecimento de Água

Para fins de regulação dos serviços de abastecimento de água foram adotados os indicadores propostos pela ABAR, conforme apresentado no Quadro 10. Nesse mesmo Quadro são apresentados valores de referência para cada um dos indicadores listados.

Tais valores de referência baseiam-se em duas fontes: (i) os valores médios publicados pelo Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2008 (SNSA, 2010); (ii) valores de referência adotados pela Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos de Portugal (ERSAR, 2009), visto que essa entidade possui notória experiência na regulação desses serviços.

Informações sobre a forma de cálculo dos indicadores relacionados no Quadro 10 constam no APÊNDICE D.

Cat.	Descrição do Indicador	Intervalo de referência	
		ERSAR (2009)	SNSA (2010) ⁷
Operacional	(Reg 01) Índice de Perdas de faturamento (%)	-	34,2
	(Reg 02) Índice de Perdas na distribuição (%)	<20%	43,7
	(Reg 03) Índice de atendimento urbano (%)	100%	98,1
	(Reg 04) Índice de hidrometração (%)	-	94,3
	(Reg 05) Densidade de vazamentos (vazam./1000 lig.)	-	-

Quadro 10. Indicadores de desempenho e valores de referência para a regulação (continua).

⁷ Valores médios nacionais para prestadores de serviço microrregionais, com exceção dos indicadores Reg 08 e Reg 09, os quais, devido à ausência de dados para prestadores microrregionais, foram adotados os valores médios para os prestadores de serviços de abrangência local – direito público, situados na região sul do Brasil.

Cat.	Descrição do Indicador	Intervalo de referência	
		ERSAR (2009)	SNSA (2010) ⁸
Qualidade	(Reg 06) Descontinuidade dos serviços	0	-
	(Reg 07) Interrupções dos serviços (%)	-	-
	(Reg 08) Conformidade geral das análises (%) Coliformes totais/Turbidez/Cloro residual livre	0	11,5/ 2,5/ 2,2
	(Reg 09) Cumprimento da quantidade de análises exigidas pela norma (%) Coliformes totais/Turbidez/Cloro residual livre	100	121,5/ 119,9/ 116,7
	(Reg 10) Densidade de reclamações de água (Reclam./1000 lig)	-	-
	(Reg 11) Quantidade de solicitações de serviços de água por ligação (%)	-	-
	(Reg 12) Atendimento em tempo às reclamações (%)	-	-
	Econômico- Financeiro	(Reg 13) Tarifa média de água (R\$/m ³)	-
(Reg 14) Indicador de desempenho financeiro(%)		> 150	108,8
(Reg 15) Despesa de exploração por m ³ faturado (R\$/m ³)		-	1,48
(Reg 16) Índice de evasão de receitas (%)		-	5,1
(Reg 17) Rentabilidade sobre o patrimônio líquido (%)		-	-9,5
(Reg 18) Liquidez geral (%)		-	0,54

Quadro 10. Indicadores de desempenho e valores de referência para a regulação (continuação).

⁸ Valores médios nacionais para prestadores de serviço microrregionais, com exceção dos indicadores Reg 08 e Reg 09, os quais, devido à ausência de dados para prestadores microrregionais, foram adotados os valores médios para os prestadores de serviços de abrangência local – direito público, situados na região sul do Brasil.

3.3 ANÁLISE DO NÍVEL DE CONFIABILIDADE E EXATIDÃO DOS DADOS

A avaliação da confiabilidade e exatidão dos dados utilizados na composição dos indicadores seguiu a metodologia proposta pelo OfWat e adotada no manual de indicadores da IWA.

Segundo esse método, a exatidão dos dados considera a ordem de grandeza do erro associado a cada dado, especificada de acordo com a classificação em níveis apresentada no Quadro 11 (OFWAT, 2005):

Níveis de Exatidão	
1	Erro associado: $\pm 1\%$
2	Erro associado: $\pm 5\%$
3	Erro associado: $\pm 10\%$
4	Erro associado: 25%
5	Erro associado: $\pm 50\%$
6	Erro associado: $\pm 100\%$
x	O erro associado ao dado é superior a 100%

Quadro 11. Níveis de Exatidão - Metodologia da OfWat.

Fonte: OfWat (2005)

A avaliação da qualidade dos dados é complementada com a indicação da confiabilidade da fonte de informação (OFWAT, 2005), de acordo com a seguinte classificação (Quadro 12):

Níveis de confiança da fonte de dados	
A- Muito confiável	Os dados são provenientes de registros, procedimentos, investigações ou análises documentadas e que são reconhecidas como os melhores métodos de cálculo.
B- confiável	Como em A, mas com falhas não significativas nos dados, tais como: cálculos antigos, alguma documentação estar em falta, confiança em registros não confirmados ou ainda utilizar a extrapolação de dados.
C- pouco confiável	Os dados são provenientes de extrapolação de amostras limitadas
D- muito pouco confiável	Os dados são provenientes de relatórios verbais não confirmados, de inspeções ou análises superficiais.

Quadro 12. Níveis de Confiabilidade - Metodologia OfWat

Fonte: OfWat (2005)

3.4 HIERARQUIZAÇÃO DOS SETORES OPERACIONAIS PARA FINS DE PLANEJAMENTO

No processo de planejamento do sistema foi aplicado um método de tomada de decisão multicriterial, com vistas à hierarquização dos setores operacionais que compõem o SAA Capinzal/Ouro, considerando os critérios de planejamento e indicadores de desempenho definidos em etapa anterior.

O método adotado nesta pesquisa, denominado AHP, desenvolve-se na seqüência apresentada a seguir:

- Decomposição do objetivo, em uma estrutura hierárquica;
- Listagem das alternativas;
- Comparação, aos pares, dos critérios ligados a um mesmo nó, para cada nível hierárquico, para que, assim, obtenham-se as importâncias desses critérios;
- Determinação dos pesos relativos por meio do “autovetor”;
- Verificação da consistência;
- Agregação do conjunto, de modo a se classificarem as alternativas.

A Figura 05 sintetiza os principais passos da metodologia AHP no processo de tomada de decisão.

Estruturação (decomposição) do problema:

A tarefa de estruturação tem como objetivo a criação de um modelo que possa ser aceito pelos tomadores de decisão como um esquema de representação e organização dos componentes a serem avaliados. A estruturação de um problema de decisão contribui para uma tomada de decisão consistente, fornecendo aos decisores informações claras sobre elementos da avaliação (NOGUEIRA, 2002).

Para iniciar a fase de estruturação, Schmidt (1995) aponta que o primeiro passo é a compreensão da complexidade do problema que necessita de uma solução. Para isso, é necessário começar pela análise e caracterização da situação (diagnóstico e identificação), que é o estudo de dois subsistemas inter-relacionados, que são: o sistema de decisores e o sistema das ações. Este estudo é feito por um analista (facilitador). A interação entre estes dois subsistemas dará origem a um grupo de

elementos primários de avaliação, que reflete o sistema de valores dos decisores, logo tem uma natureza subjetiva.

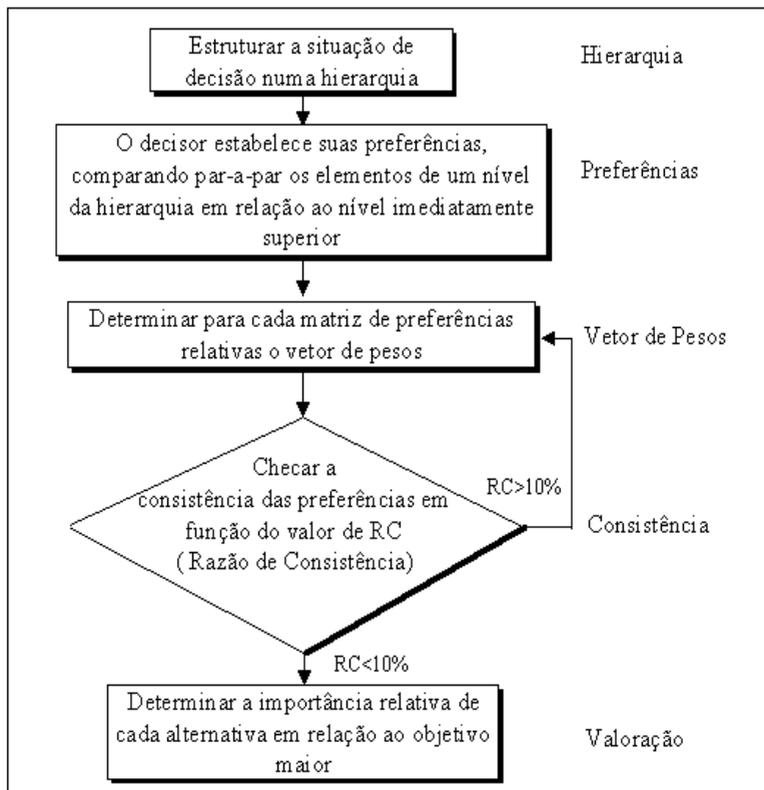


Figura 05. Fluxograma geral do método AHP.

Fonte: SCHMIDT, 1995.

Nogueira (2002) afirma que existem diferentes maneiras de conduzir a fase de estruturação. Uma das propostas se baseia fundamentalmente nos objetivos dos decisores, e a outra nas características das alternativas. A fase de estruturação pode ser iniciada tanto pelos objetivos, como pelas características das alternativas. No caso das características das alternativas, é necessário decompor o conjunto destas características à exaustão (exigência irrealista), e em seguida evoluir para um trabalho de composição dos elementos. Já no

caso dos objetivos gerais dos decisores, parte-se para a decomposição dos objetivos mais específicos.

Tal decomposição é estruturada de forma hierárquica, podendo, por exemplo, ser composta de três níveis, da seguinte forma: 1) objetivo geral; 2) Critérios; e 3) Alternativas.

Com o AHP busca-se a modelagem do mundo real hierarquicamente. Cada nível da hierarquia é formado por critérios ou objetivos que pertencem ao mesmo nível de importância. Este nível de importância é estabelecido pelos elementos que, de algum modo, são significativos em determinado grau (NOGUEIRA, 2002).

Julgamentos Comparativos:

No método AHP, os julgamentos são feitos aos pares, a partir da estrutura hierárquica construída, comparando de forma relativa os elementos de um determinado nível em relação a um elemento de um nível superior com respeito a uma propriedade que eles tenham em comum.

O decisor, na fase de avaliação, responde a seguinte questão: *Dado um critério e duas alternativas A e B, qual a alternativa que mais satisfaz, e quanto mais em relação ao critério considerado?* (SCHMIDT, 1995). O conjunto de todas as comparações, realizadas par-a-par, forma as matrizes de valores.

As comparações são feitas numa escala subjetiva, proposta por Saaty, conforme indicado no Quadro 13.

Intensidade de importância		Explicação
1	Igual importância	Os dois elementos contribuem igualmente para o objetivo
2	Fraca	
3	Importância moderada	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação a outra.
4	Moderada	
5	Importância forte	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação a outra.
6	Mais forte	

Quadro 13. Escala de Julgamentos do AHP

Intensidade de importância		Explicação
7	Muito forte ou importância demonstrada	Uma atividade é fortemente favorecida em relação a outra e sua dominância é demonstrada na prática.
8	Muito, muito forte	
9	Extremamente importante	A evidência favorecendo uma atividade em relação a outra é do mais alto grau de certeza.
Recí-procos	Se a atividade i tem uma das intensidades de importância ou de preferência de 1 a 9 quando comparada com a atividade j, então j tem o valor recíproco quando comparado com i.	

Quadro 13. Escala de Julgamentos do AHP

Fonte: SAATY e VARGAS, 2006.

Segundo Nogueira (2002), a escala 1-9 e seus valores recíprocos permitem apreender a intensidade da relação que, normalmente, é descrita em termos qualitativos: igual ou indiferente (1), fraca (3), forte (5), muito forte (7), e absolutamente forte (9). Os valores 2, 4, 6, e 8 são usados quando um julgamento “tende” entre dois valores ímpares.

A escala foi construída partindo-se do princípio de que a percepção humana não consegue distinguir mais do que sete (mais ou menos dois) níveis diferentes. O processo permite utilizar os valores intermediários, aceita inconsistências e recomenda que o índice de inconsistência relativa não exceda 0,10 (EHLICH, 1996b).

Saaty (2004) destaca que o conjunto de elementos a serem comparados aos pares deve ser homogêneo. Isso significa que a dominância de um elemento sobre outro não pode ser superior a 9 vezes, uma vez que elementos que diferem mais do que isso não podem ser considerados como homogêneos. Todavia, se estiverem sendo utilizadas medidas provenientes de uma escala existente, os dados podem ser simplesmente normalizados sem levar em conta a homogeneidade.

Nesta pesquisa a técnica adotada no processo de julgamentos aos pares foi a Delphi, a qual será detalhada adiante.

Após a realização das comparações aos pares, os resultados obtidos com os julgamentos são colocados numa matriz A quadrada $n \times n$, conforme apresentada abaixo. Este procedimento se repete para todos os elementos do nível, em relação a todos os elementos de um nível superior.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{21}} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{1}{a_{n1}} & \frac{1}{a_{n2}} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Figura 06. Matriz de julgamentos $A = (a_{ij})$.

A matriz de julgamentos $A = (a_{ij})$ é construída considerando uma propriedade particular que os elementos têm em comum: a comparação recíproca, ou seja, $a_{ji} = 1/a_{ij}$ e $a_{ii} = 1$ (SAATY, 2004).

Schmidt (1995) afirma que a não ocorrência de reciprocidade indica que a pergunta usada para elucidar os julgamentos ou pares de comparação, não é clara ou correta. Neste caso, devem ser reavaliados os elementos ou os níveis da hierarquia.

Os elementos a_{ij} são definidos nas seguintes condições:

$$\begin{aligned} a_{ij} &> 0 \\ a_{ij} &= 1 \therefore a_{ji} = 1 \\ a_{ij} &= 1/a_{ji} \\ a_{ik} &= a_{ij} \times a_{jk} \rightarrow \text{consistência} \end{aligned}$$

Sendo n o número de elementos da matriz, logo, o número de julgamentos necessários para a construção da matriz é $n(n-1)/2$ (SAATY, 2004).

Cada entrada da matriz de comparação a_{ij} , deve ser considerada como uma estimativa da razão entre os elementos da linha de ordem i e os elementos da coluna de ordem j , isto é, $a_{ij} = w_i/w_j$.

Supondo que (w_1, \dots, w_n) são estimativas precisas, todos os elementos da matriz são consistentes (SCHMIDT, 1995).

Sendo:

$\left(\frac{w_i}{w_j} \right) \Rightarrow$ importância relativa dos elementos da linha de ordem i em relação aos elementos da coluna de ordem j .

$(w_1, \dots, w_n) \Rightarrow$ pesos numéricos que refletirão os julgamentos registrados.

No caso ideal de medidas exatas, as relações entre os pesos w e os julgamentos a_{ij} são dadas por:

$$\begin{cases} a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} \\ a_{ij} \times a_{jk} = a_{ik} \end{cases}$$

Então, os elementos da linha de ordem i da matriz A : $a_{i1}; a_{i2}; \dots; a_{in}$, são os mesmos da razão:

$$\frac{w_i}{w_1}; \frac{w_i}{w_2}; \dots; \frac{w_i}{w_j}; \dots; \frac{w_i}{w_n}$$

Se o primeiro elemento for multiplicado por w_1 , o segundo por w_2 , e assim por diante, obtêm-se:

$$\frac{w_i}{w_1} \times w_1 = w_i; \frac{w_i}{w_2} \times w_2 = w_i; \dots; \frac{w_i}{w_j} \times w_j = w_i; \dots; \frac{w_i}{w_n} \times w_n = w_i$$

O resultado é uma linha de elementos idênticos, w_i, w_i, \dots, w_i .

Logo, w_i é igual à média dos valores da linha de ordem i , ou seja:

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot w_j$$

Então:

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$$

$$a_{ij} \times \frac{w_j}{w_i} = 1$$

Conseqüentemente:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \times w_j = n \times w_i$$

o equivalente a:

$$\begin{cases} a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} \\ a_{ij} \times a_{jk} = a_{ik} \end{cases}$$

$$A \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \dots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & \dots & w_1/w_n \\ \vdots & \dots & \dots \\ w_n/w_1 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} nw_1 \\ \vdots \\ nw_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}$$

Multiplicando-se A pelo vetor de pesos $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$. O resultado dessa multiplicação é o vetor nw . Em teoria matricial, esta fórmula expressa o fato de que w é um autovetor de A, com autovalores de n (SCHMIDT, 1995).

No caso ideal, todos os autovalores são zero, exceto um, que é n . Cada linha de A é uma constante da primeira linha. A soma dos autovalores da matriz é igual a sua transposta. A soma dos elementos da diagonal, é neste caso, a transposta de A e é igual a n . Assim, n é o maior ou principal autovalor de A (SCHMIDT, 1995).

A solução de $Aw=nw$ é chamada de autovetor direito principal de A, consiste de entradas positivas e é única dentro de uma constante multiplicativa. Para tornar w única, normaliza-se suas entradas, dividindo pela sua soma.

Entretanto, é irrealístico querer que estas relações signifiquem o caso geral. A imposição destas relações restritas tornaria insolúvel, na maioria dos casos práticos, o problema de encontrar w_1 , quando a_{ij} é dado, uma vez que medidas físicas não são exatas, daí a necessidade de uma tolerância para desvios, e ainda porque em julgamentos humanos, estes desvios são consideravelmente maiores (SCHMIDT, 1995).

Como os a_{ij} , são valores baseados em julgamentos subjetivos, são diferentes de w_i/w_j , logo:

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij} \times w_j \times \mathcal{E}_{ij} \quad (i = 1, \dots, n) \text{ e } (j = 1, \dots, n)$$

\mathcal{E}_{ij} é o espalhamento estatístico em volta de w_i , isto é, é o desvio de w_i/w_j de a_{ij} ,

Portanto:

$$w_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} \times w_j \times \frac{\mathcal{E}_{ij}}{n}, \quad (i = 1, \dots, n) \text{ e } (j = 1, \dots, n)$$

onde passaremos a representar para o caso geral:

$$\frac{\mathcal{E}_{ij}}{n} = \frac{1}{\lambda_{\text{máx}}} \quad \therefore \lambda_{\text{máx}} = \frac{n}{\mathcal{E}_{ij}}$$

Observa-se, assim, que uma pequena variação de a_{ij} , implica em pequenas variações em λ_{max} . Então, para uma matriz qualquer de ordem n existem no máximo n autovalores distintos, $(\lambda_1, \dots, \lambda_n)$, a sua soma será (NOGUEIRA, 2002):

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = n$$

No caso de consistência total, n será o maior autovalor de A , isto significa que $\lambda_{\text{max}} = n$, e implica em $e_{ij} = 0$ e $a_{ij} = w_i / w_j$. Desde modo, o desvio de λ_{max} a partir de n é uma medida de consistência (SCHMIDT, 1995).

O índice de consistência é calculado pela equação:

$$IC = (\lambda_{\text{max}} - n) / (n-1)$$

Este índice mede o desvio dos julgamentos da consistência, quanto mais próximo o índice estiver de zero, melhor será a consistência global da matriz de comparação de julgamentos (SCHMIDT, 1995).

O grau de inconsistência ou incomparabilidade é medido por:

$$RC = IC/IR$$

Onde: IR é o índice de consistência aleatório, que é determinado através de experimentos e após tabelado. O IR utilizado terá a mesma dimensão n de IC. O Quadro 14 mostra a ordem das matrizes com os seus IR's correspondentes (NOGUEIRA, 2002).

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
IR	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48

Quadro 14. Índices Aleatórios

Por fim, para medir a prioridade dos diversos níveis de elementos, procede-se a multiplicação dos pesos dos elementos de um nível com todos os elementos no nível abaixo. Os pesos finais ou globais dos elementos do nível inferior da hierarquia são obtidos pela soma de todas as contribuições dos elementos no nível acima.

Síntese de Prioridades:

Após ter sido estruturado o problema em forma de hierarquia e os julgamentos terem sido efetuados, o passo seguinte consiste em calcular o vetor prioridade da matriz dada. A matriz será calculada através do método de autovetor e autovalor (SCHMIDT, 1995), conforme descrito a seguir.

Dada uma matriz quadrada A de ordem n, com $a_{ij} \in \mathfrak{R}$, um autovalor, ou valor característico de A, é qualquer constante $\lambda \in C$, que satisfaz a equação $Aw = \lambda.w$, denominada de equação característica, onde w é um vetor coluna de ordem n, denominado autovetor (ou vetor característico) de A.

Da equação matricial $Aw = \lambda.w$, resulta que: $(A - \lambda)X=0$, que é um sistema de equações lineares quadrada. Para que este sistema tenha solução não-trivial, terá que ocorrer: $\det(A-\lambda I)=0$, resultando após a aplicação da determinante numa equação polinomial de grau n $p(\lambda)=0$, denominada de equação característica (ou de polinômio característico) da matriz A. As raízes do polinômio característico são justamente os autovalores de A.

Saaty (1991 apud Schmidt, 1995), apresenta quatro métodos simplificados para a determinação do autovetor e autovalor:

1. Multiplicam-se os n elementos em cada linha e toma-se a raiz n -ésima. A seguir, normaliza-se a coluna dividindo-se cada número da matriz pela soma de todos os números.
2. Dividem-se os elementos de cada coluna pela soma daquela coluna e, então se somam os elementos em cada linha resultante e divide-se esta soma pelo número de elementos na linha. Este é um processo para tirar a média das colunas normalizadas.
3. Partindo-se da soma dos elementos em cada coluna, formam-se os recíprocos desta soma. Para normalizar-se de um modo que estes números dêem como soma a unidade, divide-se cada recíproco pela soma dos recíprocos.
4. Somam-se os elementos em cada linha. Normaliza-se o resultado, dividindo-se cada soma pelo total de todas as somas, de modo que os resultados somados dêem o valor um. O primeiro valor do vetor resultante é a prioridade da primeira atividade; o segundo, a prioridade da segunda atividade; e assim por diante.

O resultado obtido ao final desse processo é a apresentação hierárquica, baseada nos critérios de planejamento estabelecidos anteriormente.

3.5 TÉCNICA DELPHI: PONDERAÇÃO DOS CRITÉRIOS

A utilização do AHP necessita, conforme já dito, que os critérios de planejamento adotados sejam ponderados. Para isso foi utilizada a pesquisa Delphi, baseada, em linhas gerais, na consulta a um grupo de especialistas através de um questionário que é repassado continuadas vezes até que seja obtida uma convergência das respostas que represente uma consolidação do julgamento intuitivo do grupo.

Essa técnica teve como precursores Dalkey e Helmer, que em 1964 apresentaram detalhadamente seus fundamentos. O método é reconhecido como um dos melhores instrumentos de previsão qualitativa, tendo sido aplicado em: previsão tecnológica, administração, busca de consenso, prospectiva e planejamento estratégico (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2009).

Segundo Wright e Giovinazzo (2000), a técnica Delphi baseia-se no uso estruturado do conhecimento, da experiência e da criatividade de

um painel de especialistas, pressupondo-se que o julgamento coletivo, quando organizado adequadamente, é melhor que a opinião de um só indivíduo.

O grupo de especialistas é escolhido em função de atributos que os mesmo possuem em decorrência de sua experiência profissional com o tema, fazendo com que o número de amostras não seja avaliado em termos estatísticos, mas quanto à qualidade das opiniões. Gomes, Gomes e Almeida (2009) ressaltam que não há exigência de um número mínimo ou máximo de componentes do painel, que pode variar de um pequeno grupo até um grupo numeroso.

De um modo geral, o método Delphi distingue-se por três características básicas (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2009):

- Anonimato: o anonimato entre os participantes é um modo de reduzir a influência de um sobre o outro, porque eles não se intercomunicam durante a realização do painel;

- Interação com a realimentação (feedback) controlada: o pesquisador só fornece ao grupo de especialistas o que se refere aos objetivos e metas do estudo, evitando que o painel se desvie dos pontos centrais do problema;

- Respostas estatísticas do grupo: a utilização de definição estatística da resposta do grupo é uma forma de reduzir a pressão do grupo na direção da conformidade, evitando, ao fim do exercício, dispersão significativa das respostas individuais.

A seqüência básica de execução da metodologia é apresentada a seguir (WRIGHT e GIOVINAZZO, 2000):

- Seleção dos especialistas: a seleção contemplou especialistas da área de abastecimento público que estivessem associados à tomada de decisão no planejamento desses sistemas. Os entrevistados potenciais foram contatados individualmente, quando lhes foi explicado a técnica Delphi, o objetivo do estudo em questão e a importância da participação deles no estudo;

- Elaboração do questionário: o questionário contemplou a comparação dos critérios de planejamento aos pares (processo de julgamento previsto no método de análise multicriterial AHP), incluindo uma breve explicação dos motivos do projeto e as instruções de preenchimento e devolução;

- Envio do questionário aos especialistas que efetivamente concordaram em participar do estudo via correio eletrônico;
- 1ª rodada: respostas e devolução;
- Tabulação e análise dos questionários recebidos: foi calculada a mediana das respostas do grupo para cada uma das alternativas, assim como a amplitude interquartilica para avaliação da dispersão das respostas;
- Elaboração de novo questionário e envio: na 2ª rodada o questionário foi reformulado, tendo em vista a dificuldade de entendimento relatada por alguns participantes. Nesse foram incluídas a resposta do entrevistado e a resposta média do grupo na 1ª rodada;
- Nova rodada: respostas e devolução;
- Tabulação e análise dos dados: as respostas foram novamente tabuladas e o devido à convergência dos dados não mostrar-se suficiente, nova rodada foi realizada, quando se obteve a convergência desejada;
- Conclusões gerais e envio dos resultados aos especialistas.

Após cada uma das rodadas descritas acima (comparações aos pares), os resultados obtidos com os julgamentos foram colocados numa matriz A quadrada $n \times n$, onde procedeu-se a avaliação do grau de inconsistência dos mesmos, conforme método antes descrito.

3.6 ESTABELECIMENTO DE METAS DE PLANEJAMENTO TÁTICO

As metas vislumbradas ao planejamento tático do sistema tiveram como referência os níveis de desempenho considerados satisfatórios pela Entidade Reguladora de Serviços de Águas e Resíduos de Portugal (ERSAR, 2009). A partir desses valores de referência e dos resultados da avaliação de desempenho e hierarquização dos setores operacionais, procedeu-se ao estabelecimento de metas de médio (5 anos) e longo prazos (15 anos) para os três setores que apresentaram os piores desempenhos.

3.7 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Considerando os resultados obtidos na aplicação dos indicadores de desempenho para o planejamento e a regulação do sistema de abastecimento de água do SIMAE Capinzal/Ouro, foi avaliada a aplicabilidade dos indicadores de desempenho selecionados para a regulação e o planejamento, bem como a identificação das principais intervenções necessárias ao aprimoramento dos dados que subsidiaram o cálculo dos indicadores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO SAA CAPINZAL/OURO

O SIMAE, estabelecido a partir da criação de uma autarquia intermunicipal no ano de 1972 pelas leis municipais nº654 e nº179 dos municípios de Capinzal e Ouro, respectivamente, atende cerca de 26.000 usuários (GIROL, 2008).

A captação de água para atendimento àquela população é realizada no rio do Peixe (

Figura 07), junto às coordenadas UTM 22J 440.100mE / 6.976.145mS.

Para o recalque da água bruta são utilizados dois conjuntos motobombas, com capacidade total de 80l/s, que transportam a água desde a captação até a Estação de Tratamento de Água – ETA, localizada ao lado da sede administrativa da SIMAE (Figura 08). O sistema de tratamento utilizado, com capacidade média para tratamento de 80l/s de água bruta, é composto por calha Parshal, tanques de coagulação e floculação, decantadores lamelares, filtros rápidos de areia e tanque de cloração.



Figura 07. Ponto de Captação de Água pelo SIMAE no Rio do Peixe.



Figura 08. Vista geral da ETA do SIMAE Capinzal/Ouro.

Após o tratamento, a água é encaminhada ao conjunto de reservatórios denominado RS-01 (composto por RS-01, RS-01' e RS-01''), a partir do qual é distribuída por gravidade às regiões baixas da cidade. Para atender as regiões altas, o sistema conta com 10 estações elevatórias de água, nomeadas neste trabalho como “casa de bomba” (CB), mesma nomenclatura utilizada pela SIMAE. Essas CB recalcam água para 18 reservatórios situados em diferentes setores operacionais, de onde finalmente serão distribuídas por gravidade à população (KUSTERKO, 2009). O diagrama a seguir ilustra o funcionamento do SAA Capinzal/Ouro, com destaque para os reservatórios, estações elevatórias (CB) e macromedidores.

O Sistema de Abastecimento de Água de Capinzal/Ouro está dividido em 32 setores operacionais, sendo 22 destes no município de Capinzal e os 10 restantes no município de Ouro. Cada setor operacional possui um macromedidor eletromagnético, modelo MAG 3100, marca SIEMENS (ver Figura 09), que fornece os dados de vazão do sistema.



Figura 09. Macromedidor instalado no SAA Capinzal/Ouro.
Fonte: Girol (2008).

A Tabela 01 apresenta informações gerais sobre cada um dos setores operacionais do SAA Capinzal/Ouro, relativas a dezembro de 2008.

Tabela 01. Dados dos setores operacionais do SAA Capinzal/Ouro (dez/2008)

Setor	Macro medidor	Ext. rede (Km)	Ligações existentes	Economias funcion.	Rede(m) /ligação	pop./setor	taxa per capita forn. (l/hab/dia)
Saída geral	n° 2	0,15	17	19	9	65	93
R.Leonardo Spadini	n° 3	1,6	123	168	13	571	155
Wanda Mayer	n° 4	3,1	160	177	20	602	176
Nereu Ramos	n° 5	6,3	400	586	16	1992	141
Ernesto Hachman	n° 6	4,8	291	409	16	1391	143
Bairro Colégio	n° 8	4,6	339	376	14	1278	120
Lot. Fernanda (bxo)	n° 9	2,6	148	194	18	660	165
B. São Luiz	n° 11	5,3	268	294	20	1000	129
B. Subestação	n° 12	6,6	421	461	16	1567	145
Lot. Jacob Dorini	n° 13	6,3	390	463	16	1574	118
B. Santa Maria	n° 15	0,4	17	17	23	58	90
B. Arco-íris	n° 17	2,3	164	169	14	575	119
B. São Cristóvão	n° 19	1,5	37	38	41	129	278
Lot. Colina	n° 20	2,5	228	259	11	881	123
Vila Sete	n° 21	8,7	453	451	19	1533	121
Lot. Verde Vale	n° 22	4,3	246	271	18	921	126
Lot. Viacelli	n° 47	1,9	127	139	15	473	202
Lar Imóveis	n° 24	5,4	293	312	18	1061	124
Lot. Parizotto (fren.)	n° 26	4,8	365	390	13	1326	103
Lot. Parizotto (fnds)	n° 27	4,4	433	434	10	1476	127
São Roque	n° 28	21,0	104	102	202	347	160
Lot. M. R.	n° 30	2,4	199	202	12	687	107
Saída Mun. Ouro	n° 31	1,1	75	87	15	296	171
Centro Ouro	n° 32	5,0	197	261	25	887	121
Pq Lado Cima	n° 33	4,2	180	206	23	700	128
Pq Lado baixo	n° 34	4,5	198	224	23	762	129
Pres. Kennedy	n° 36	1,5	100	115	15	391	114

Setor	Macro medidor	Ext. rede (Km)	Ligações existentes	Economias funcion.	Rede(m) /ligação	pop./ setor	taxa per capita forn. (l/hab/dia)
B. Navegantes (alto)	n° 38	0,4	61	64	7	218	87
B. Navegantes (bxo)	n° 39	1,7	187	209	9	711	123
B. Alvorada	n° 41	3,8	271	282	14	959	126
B. Caravágio	n° 43	8,9	71	72	126	245	167
Coxilha Seca	n° 45	9,0	79	79	114	269	85

Fonte: SIMAE (2008)

Conforme se observa na tabela acima, os setores são relativamente pequenos, atendendo no máximo 2.000 usuários cada, com consumo per capita menor que 150 l/hab.d na maioria dos setores.

Caracterização dos Reservatórios:

As características gerais dos reservatórios que abastecem o SAA Capinzal/Ouro são mostradas na Tabela 02.

Tabela 02. Dados gerais dos reservatórios do SAA Capinzal/Ouro (cont.)

Reservatório*	Volume (m³)	Cota NA máx (m)	Altura útil (m)	Diâmetro útil (m)
RS-1A	400	498,03	2,00	14,00
RS-1B	400	497,94	2,00	14,00
RS-1C	(2.200)	(502,00)	(7,00)	(20,00)
RS-2	100	561,58	1,80	8,69
RS-2'	30	559,62	1,50	4,06
RS-03	30	565,84	1,45	4,37
RS-04	500	607,12	4,00	12,33
RQP-04'	10	558,72	1,60	2,20
RQP-05	30	540,17	1,55	5,19
RS-06	500	605,30	4,10	12,65
RQP-06'	50	632,82	1,90	5,90
RS-07	30	609,37	1,70	5,00

Tabela 02. Dados gerais sobre os reservatórios do SAA Capinzal/Ouro (cont.)

Reservatório*	Volume (m³)	Cota NA máx (m)	Altura útil (m)	Diâmetro útil (m)
RS-09	50 (370)	632,82 (665,4)	1,90 (3,5)	5,90 (12,5 x 8,5) (retangular)
RS-10	100	713,43	1,97	8,69
RS-10'	500	713,43	4,00	12,30
RS-11	400	767,17	3,65	11,31
RS-12	30	665,26	1,60	5,11
RS-13	50	732,69	1,95	5,36
R. Parizotto	50(500)	(758,00)	(4,5)	(6,0)
Maximiliano	30	585,36	2,05	4,53

() volume ampliado após dezembro de 2008. * os reservatórios nomeados por RQP representam reservatórios de quebra de pressão.

Fonte: SIMAE (2008)

Caracterização das CBs

As Estações Elevatórias de Água Tratada, ou Casas de Bomba (CBs), operam automaticamente, controlando os níveis de água nos reservatórios de distribuição. Através de ondas de rádio, os dados de cada CB são encaminhados para um supervisor central, através do qual todo o sistema de abastecimento de água é monitorado e operado (KUSTERKO, 2009).

A Tabela 03 apresenta as informações de cada uma das estações elevatórias (CBs), incluindo a elevatória de água bruta (CB1), quanto às potências médias, vazões médias fornecidas pelas CBs, altura geométrica e o número médio de horas diárias de operação por CB. Os dados correspondem a média mensal do ano de 2008.

Tabela 03. Dados das Casas de Bombas (CBs)

Recalque	Vazão média (m³/h)	Altura geométrica (m)	Funcion. da CB (horas/dia)	Potência média (kW)
1º AB ⁹ - CB1	201,48	58,34	16,88	80,25

⁹ AB = Água Bruta

Recalque	Vazão média (m³/h)	Altura geométrica (m)	Funcion. da CB (horas/dia)	Potência média (kW)
2º AT ¹⁰ - CB2	29,68	68,58	9,10	17,18
2º AT - CB3	7,77	111,77	11,00	7,26
2º AT - CB4	54,62	126,66	5,00	43,34
2º AT - CB6	46,08	115,40	12,70	45,61
3º AT - CB7	6,94	55,10	7,77	3,46
2º AT - CB9	64,31	158,82	17,70	71,22
3º AT - CB10	56,53	83,43	18,80	34,13
4º AT - CB 11	53,59	86,65	8,40	33,37
3º AT - CB12	4,38	101,24	7,80	4,82
4º AT - CB 13	16,50	63,69	3,00	16,50

Fonte: SIMAE (2008)

4.2 PLANEJAMENTO DO SAA CAPINZAL/OURO POR SETORES OPERACIONAIS

4.2.1 Seleção de Indicadores de Desempenho para o Planejamento do Sistema

A Figura 11 contém a relação entre os objetivos estratégicos assumidos nesta pesquisa (indicados na metodologia) e os objetivos táticos ora propostos, os quais se destinam às infraestruturas física e operacional de armazenamento e distribuição de água.

¹⁰ AT = Água Tratada

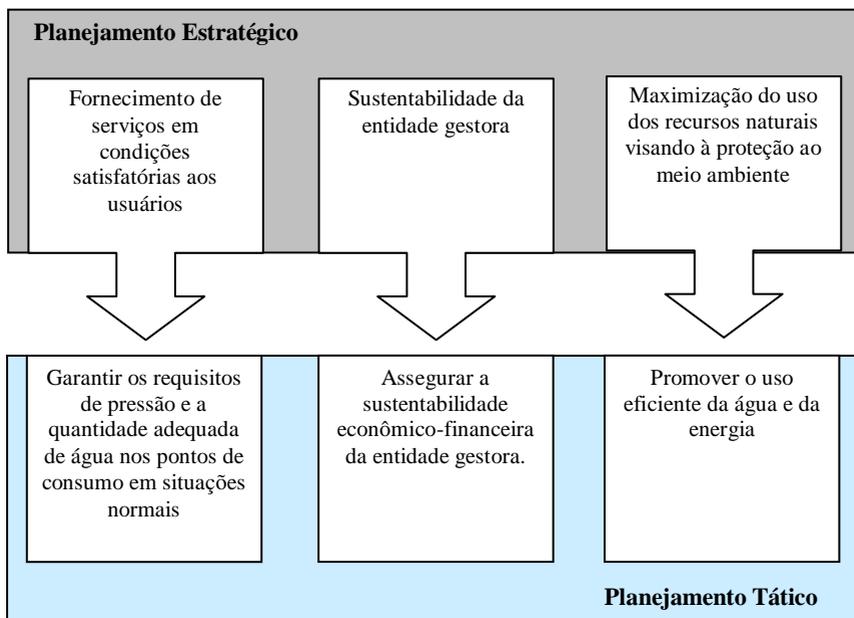


Figura 11. Relação entre os objetivos de planejamento estratégico e tático.

Oportuno ressaltar que os objetivos estratégicos adotados para o planejamento da entidade gestora basearam-se nos exemplos apresentados na ISO 24.512:2007.

Na seqüência são definidos os critérios de avaliação dos serviços, bem como os indicadores de desempenho correlatos, ambos baseados em exemplos apresentados na ISO 24512:2007 e no Guia Técnico publicado pela ERSAR/Portugal (ALEGRE e COVAS, 2009), conforme apresentado no Quadro 15.

Objetivos táticos	Critérios táticos	Subcritérios táticos	Indicadores de desempenho
Garantir os requisitos de pressão e a quantidade adequada de água nos pontos de consumo em situações normais.	(C1) Adequação da quantidade de água em situação normal	-	(Plan 01) Capacidade de reserva de água tratada (dias)
			(Plan 02) Interrupções por ramal (nº/1000 ramais/ano)
	(C2) Adequação das pressões em situação normal	(C2a) Adequação das pressões mínimas	(Plan 03) Adequação da pressão mínima de serviço (%)
		(C2b) Adequação das pressões máximas	(Plan 04) Adequação da pressão máxima de serviço (%)

Quadro 15. Objetivos, Critérios e Indicadores de Desempenho para o Planejamento (continua)

Objetivos táticos	Critérios táticos	Subcritérios táticos	Indicadores de desempenho
Assegurar a sustentabilidade econômico-financeira da entidade gestora	(C3) Adequação dos proventos aos custos	-	(Plan 05) Água não faturada em termos de volume (%)
			(Plan 06) Cobertura dos custos correntes
Promover o uso eficiente da água e da energia	(C4) Adequação dos níveis de perdas de água	-	(Plan 07) Perdas de água por ramais (m ³ /ramal/ano)
			(Plan 08) Ineficiência na utilização dos recursos hídricos (%)
	(C5) Adequação dos consumos de energia	-	(Plan 09) Consumo de energia normalizado (kwh/m ³ /100m)

Quadro 15. Objetivos, Critérios e Indicadores de Desempenho para o Planejamento (continuação).

Os indicadores relacionados ao planejamento do sistema foram calculados por setor operacional, visto que ao final foi possível ordenar os setores por nível de desempenho frente aos indicadores e critérios de planejamento adotados. Os dados utilizados para cálculo dos indicadores referem-se ao ano de 2008 e foram fornecidos diretamente pelo SIMAE Capinzal/Ouro.

4.3 COMPOSIÇÃO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO: VARIÁVEIS RELACIONADAS

O Quadro 16, a seguir, apresenta a definição e a equação para o cálculo de cada um dos indicadores de planejamento selecionados. Já o Quadro 17, contempla a indicação da origem dos dados que compõem cada um dos indicadores indicados no quadro anterior.

Ref.	Cód. IWA	Definição do Indicador
Plan 01	Ph3	<p><i>Capacidade de Reserva de Água Tratada (dias):</i> <u>[C2]</u> Capacidade de reserva de água na adução e distribuição (m³) <u>[A3]</u> Água que entra no sistema (m³) x <u>[H1]</u> período de ref. (dia)</p>
Plan 02	QS14	<p><i>Interrupções por ramal (n°/1000 ramais/ano):</i> <u>[D36]</u> Interrupções no serviço (n°) x 365/ <u>[H1]</u> período de ref. (dias) <u>[C24]</u> Número de ramais (n°) x 1000</p>
Plan 03	QS10	<p><i>Adequação da pressão mínima de serviço (%):</i> <u>[D33]</u> Pontos de entrega com pressão mínima adequada x 100 <u>[C24]</u> Número total de ramais</p>
Plan 04	-	<p><i>Adequação da pressão máxima de serviço (%):</i> <u>[P_{max}]</u> Pontos de entrega com pressão estática máxima adequada x 100 <u>[C24]</u> Número total de ramais</p>
Plan 05	Fi46	<p><i>Água não faturada em termos de volume (%):</i> <u>[A21]</u> Água não faturada x 100 <u>[A3]</u> Água que entra no sistema</p>

Quadro 16 . Definição dos Indicadores de Desempenho (continua)

Ref.	Cód. IWA	Definição do Indicador
Plan 06	Fi31	<p><i>Cobertura dos Custos Correntes:</i></p> $\frac{[G2] \text{Receita Operacional Total}}{[G5] \text{Custos correntes}}$
Plan 07	Op23	<p><i>Perda de água por ramais (m³/ramal/ano):</i></p> $[A15] \left(\frac{\text{Perda de água (m}^3\text{)}}{[H1] \text{período de referência (dia)}} \right)$ <p>[C24] Número de ramais (nº)</p>
Plan 08	WR1	<p><i>Ineficiência na utilização dos recursos hídricos (%)</i></p> $[A19] \frac{\text{Perdas reais durante o período de referência}}{[A3] \text{Volume de água que entra no sistema no período de referência}} \times 100$
Plan 09	Ph5	<p><i>Consumo de energia normalizado (kWh/m³/100m):</i></p> $[D1] \frac{\text{Consumo de energia para bombeamento (kWh)}}{([v] \text{volume bombeado} \times [h] \text{altura manométrica}/100)}$

Quadro 16. Definição dos Indicadores de Desempenho (continuação)

Variável		Regra de processamento	Origem
A3	Água que entra no sistema	Dado de entrada	Macromedidores/supervisório
C2	Volume dos reservatórios	Dado de entrada	Projeto
H1	Período de referência	Dado de entrada	-
D36	Interrupções nos serviços	Dado de entrada	Dado não disponível para o ano de 2008
C24	Número de ramais	Dado de entrada	Estimativa de campo
D33	Pontos de entrega com pressão mínima adequada	Dado de entrada	Simulação e cálculo com simplificações da situação real
P_{max}	Pontos de entrega com pressão máxima	Dado de entrada	Simulação e cálculo com simplificações da situação real
A21	Água não faturada	$= A3 - A20$	Ver dados que compõem a variável
A20	Água faturada	$= A8 + A9$	Ver dados que compõem a variável
A8	Consumo faturado medido	Dado de entrada	Macromedidores/supervisório

Quadro 17. Composição e origem das variáveis – Indicadores para planejamento (continua).

Variável		Regra de processamento	Origem
A9	Consumo faturado não medido	Dado de entrada	Estimativa
G2	Receita operacional	Dado de entrada	Dado não coletado pelo SIMAE por setor operacional.
G5	Custos correntes	=G7 +G8	Ver dados que compõem a variável
G7	Custos operacionais	Soma dos custos ¹⁰ deduzidos da respectiva parcela de custos relativos ao auto-investimento em infraestruturas, no período de referência.	Dados não disponíveis por setor operacional para o SIMAE.
G8	Custos com pessoal	Dado de entrada	Dado não disponível por setor operacional.
A15	Perdas de água	= A3 – A14	Ver dados que compõem a variável

Quadro 17 Composição e origem das variáveis – Indicadores para planeamento (continua).

¹⁰ Custos com energia, serviços externos, aluguel de equipamentos e serviços, reagentes, taxas, contribuições e impostos, resultados extraordinários e outros custos de operação.

Variável		Regra de processamento	Origem
A14	Consumo autorizado	=A10+A13	Ver dados que compõem a variável
A10	Consumo autorizado faturado	= A8 +A9	Ver dados que compõem a variável
A13	Consumo autorizado não faturado	= A11 + A12	Ver dados que compõem a variável
A11	Consumo não faturado medido	Dado de entrada	Parque de hidrômetros (micromedição)
A12	Consumo não faturado não medido	Dado de entrada	Estimado
A19	Perdas reais de água	= A15 – A18	Ver dados que compõem a variável
A18	Perdas aparentes	= A16 + A17	Ver dados que compõem a variável
A16	Consumo não autorizado	Dado de entrada	SIMAE não dispõe desse dado.
A17	Perdas de água por erros de medição	Dado de entrada	SIMAE não dispõe desse dado.
D1	Consumo de energia para bombeamento	Dado de entrada	Contadores de consumo de energia

Quadro 17. Composição e origem das variáveis – Indicadores para planejamento (continua).

Variável		Regra de processamento	Origem
V	Volume de água bombeado	Dado de entrada	Macromedidores
H	Altura manométrica l_{qw}	$H_{geo} + H_{p_{distr}} + H_{p_{localiz}}$	Ver dados que compõem a variável
H_{geo}	Altura geométrica para bombeamento	Dado de entrada	Projeto
$H_{p_{distr}}$	Perda de carga distribuída	Dado de entrada	Calculado com uso da equação de Hazen-Williams
$H_{p_{localiz}}$	Perda de carga localizada	Dado de entrada	Considerada insignificante para o presente trabalho.

Quadro 17. Composição e origem das variáveis – Indicadores para planejamento (continuação).

Com relação à calibração dos macromedidores, o SIMAE Capinzal/Ouro não possui uma rotina de calibração/aferição pré-estabelecida. No período de 2008/2010 algumas amostragens aleatórias foram realizadas em campo, por pitometria, enquanto outros macromedidores foram enviados à fábrica para aferição. Para os macromedidores avaliados, os resultados indicaram que o erro constatado foi inferior à 0,5%. Todavia, não é possível assegurar que todos os equipamentos apresentavam esse mesmo nível de exatidão no ano de 2008.

Quanto aos hidrômetros (micromedidores), o SIMAE realiza aferições apenas quando solicitadas pelos usuários. Não há um plano de aferição sistemática dos hidrômetros. Contudo, desde o ano de 2008 o SIMAE tem realizado a troca dos hidrômetros mais antigos (vida útil > 10 anos) por novos, perfazendo uma média de 30 a 50 substituições por mês. O objetivo futuro da empresa é que os hidrômetros tenham vida útil máxima de 5 anos.

Em vista da ausência de rotinas de calibração para os equipamentos que geram os dados utilizados no cálculo dos indicadores selecionados na presente dissertação, conclui-se que, seguindo a nomenclatura adotada pela OfWat e IWA (Quadros 10 e 11), não é possível fazer qualquer afirmação acerca do erro associado aos dados e quanto ao nível de confiança considera-se as fontes de dados pouco confiáveis.

4.3.1 Valores de referência

Para o presente trabalho, assumiu-se como “bom” desempenho dos serviços de abastecimento de água os valores recomendados no Relatório Anual do Setor de Águas e Resíduos de Portugal (ERSAR, 2009), visto as diversas publicações e a experiência daquele país na regulação desses serviços.

O desempenho do setor foi considerado “ruim” quando os valores obtidos foram inferiores à média nacional publicada no Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto, do ano de 2008 (SNSA, 2010), para os serviços de abrangência microrregional, tendo em vista a abrangência do SIMAE Capinzal/Ouro.

Para os indicadores em que não há informação no SNIS, foram adotados valores intermediários a partir dos resultados observados para o SIMAE Capinzal/Ouro, relativos ao ano de 2008.

Indicadores de desempenho	Intervalo referência
Capacidade de reserva de água tratada (dias)	Se < 0,4 (ruim) Se $\geq 0,4$ e < 1,0 Se $\geq 1,0$ (bom)
Interrupções por ramal (n°/1000 ramais/ano)	Se $\leq 1,00$ (bom)*
Adequação da pressão mínima de serviço (%)	Se < 50 (ruim) Se $50 \leq e < 100$ Se ≥ 100 (bom)
Adequação da pressão máxima de serviço (%)	Se < 50 (ruim) Se $50 \leq e < 100$ Se ≥ 100 (bom)
Água não faturada em termos de volume (%)	Se > 40 (ruim) Se $40 \leq e < 20$ Se ≤ 20 (bom)
Cobertura dos custos correntes	Se $\geq 1,5$ (bom)*
Perdas de água por ramais (l/ramal/dia)	Se > 390 (ruim) Se $390 \leq e < 130$ Se ≤ 130 (bom)
Ineficiência na utilização dos recursos hídricos (%)	Se ≤ 15 (bom)*
Consumo de energia normalizado (kwh/m ³ /100m)	Se > 0,8 (ruim) Se $0,8 \leq e < 0,4$ Se $\leq 0,4$ (bom)

* indicadores não calculados para o SIMAE Capinzal/Ouro devido à ausência de dados.

Quadro 18. Valores de Referência para indicadores de desempenho

Na seqüência são apresentados os resultados e uma breve discussão sobre cada um dos indicadores de desempenho selecionados para o planejamento do SAA Capinzal/Ouro.

Plan 01 – Capacidade de Reserva de Água Tratada:

Esse indicador, desenvolvido pela IWA, está relacionado à infraestrutura de armazenamento de água tratada e permite avaliar a autonomia de cada um dos setores de distribuição no caso de falhas no sistema que inviabilizem a recarga dos reservatórios. Em vista disso, o cálculo foi realizado considerando o abastecimento de todos os trechos situados a jusante do respectivo reservatório, admitindo-se que não ocorra reabastecimento. Sendo assim, a capacidade de reserva de água tratada para um determinado setor considera o volume do reservatório que o abastece diretamente. No caso de setores abastecidos por reservatórios de quebra de pressão, visto que a alimentação desse tipo de reservatório é por gravidade, considerou-se a soma da capacidade volumétrica do reservatório de quebra de pressão e do reservatório que o antecede.

A Tabela 04 apresenta o resultado do indicador para cada um dos setores.

Tabela 04. Informações relativas ao Indicador “Capacidade de água tratada”.

Setor	Vazão diária média anual (m³/dia)	Reservatório(s) que abastece(m) diretamente o setor*	Plan 01 (dias)
Saída Geral	1610,8	R01	0,24
R: Leonardo Spadini	89,1	R01	0,24
R: Wanda Mayer	95,4	R01	0,24
R: Nereu Ramos	551,8	R01	0,24
R: Ernesto Achmam	206,0	R01	0,24
Bairro Colégio	152,4	R02+R02'	0,49
L. Fernanda (Baixo)	107,0	R02+R02'	0,49
B. São Luiz	133,3	R06+RQP06'	1,01
B. Subestação	228,8	R06+RQP06'	1,01
L. Jacob Dorini	184,7	R06+RQP06'	1,01
Bairro Santa Maria	6,9	R07	4,36
L. Arco Iris	68,1	R09	0,04
São Cristovão	1055,2	R10	0,57

Setor	Vazão diária média anual (m³/dia)	Reservatório(s) que abastece(m) diretamente o setor*	Plan 01 (dias)
Lot. Colina	78,9	R10	0,57
Vila Sete	248,8	R10	0,57
L. Verde Vale	121,3	R10	0,57
Lot. Viaceli	51,3	R10	0,57
Lar Imóveis	113,8	R11	3,51
L. Parizoto (frente)	133,6	R Parz	0,14
L. Parizoto (fundos)	165,0	R Parz	0,14
São Roque	56,6	R Parz	0,14
Loteamento M. R.	72,3	R13	0,69
Saída Municip. Ouro	689,9	R01	0,24
Centro Ouro	186,9	R01	0,24
Pq Lado cima	86,6	R01	0,24
Pq Lado baixo	95,0	R01	0,24
Pres. Kennedy	45,5	R03	0,43
B. Navegante (Alto)	276,5	R04	1,83
B. Navegante (Bxo)	88,6	R04+RQP04'	1,94
B. Alvorada	148,6	R04	1,83
Caravágio	35,9	R04 + RQP05	1,99
Coxilha Seca	23,7	R12	1,27

* considerada a capacidade volumétrica dos reservatórios em dez/2008.

Os resultados indicam que os setores mais suscetíveis ao desabastecimento quando da interrupção do fornecimento de água ao respectivo reservatório, seja por déficit hídrico ou problemas operacionais, são aqueles abastecidos diretamente pelos reservatórios R01, R02, R03, R09, R10, R13 e R Parizotto.

A população relacionada aos setores abastecidos diretamente por R1 totaliza 7.266 habitantes, o equivalente a 37% da população total servida pela rede do SIMAE. Os setores abastecidos pelos demais reservatórios (R02, R03, R09, R10, R13 e R Parizotto) atendem 13.321 usuários, o correspondente a 52% da população total.

De acordo com o ERSAR (2009), esse indicador é considerado satisfatório quando a capacidade de reserva de água tratada situa-se na faixa entre >1,0 dia e < 2,0 dias. Considerando esse referencial e os dados do SIMAE Capinzal/Ouro relativos ao ano de 2008, verifica-se

que o valor do indicador Plan01 é considerado satisfatório para pouco mais de 10% da população abastecida pelo sistema em questão.

Oportuno ressaltar que no ano de 2009 o reservatório R1 teve seu volume ampliado em 2200m³, ou seja, praticamente triplicou sua capacidade. Com o volume de R1 ampliado, identificou-se que a capacidade de reserva de água tratada para esse reservatório passou de 0,24 dias para 0,91 dias. Além de R1, os reservatórios R9 e R Parizotto também foram ampliados para 370m³ e 500m³, respectivamente. Essa ampliação elevou a capacidade de reserva dos setores abastecidos por R Parizotto para >1,0 dia, todavia, para os setores alimentados por R9 esse indicador ainda ficou abaixo do desejável (0,33 dias).

Plan 02 – Interrupções por ramal:

Apresentado pelo Manual da IWA, esse indicador permite verificar a continuidade do serviço prestado, pois avalia o percentual de ramais afetados por cortes no serviço de abastecimento de água. No SAA Capinzal/Ouro as interrupções de fornecimento de água ocorrem, sob condições normais, apenas para a realização de serviços de manutenção no sistema.

Entretanto, para o cálculo desse indicador é necessário o conhecimento do número de interrupções para cada um dos setores isoladamente. O registro das manutenções efetuadas na rede, por sua vez, é efetuado nas Ordens de Serviço (OS) que são emitidas para cada conserto realizado no sistema de abastecimento. Essas OS são digitalizadas e armazenadas em um banco de dados eletrônico que possui um histórico de cinco (5) anos. Um exemplo de ordem de serviço pode ser observado na Figura 12.

Conforme se verifica, a identificação do local onde ocorreu o reparo é cadastrado pelo nome da rua, não constando o setor operacional ao qual pertence. Não obstante essa dificuldade, nas OS cadastradas até o ano de 2009 não era registrada a interrupção ou não do abastecimento durante o reparo, bem como o tempo da interrupção. Dessa forma, o cálculo desse indicador resta impossibilitado para o ano de 2008.

Com relação ao cadastro das interrupções efetuado a partir de 2009, o SIMAE ainda não dispõe de um software que possibilite a organização dessas informações, o que dificulta o resgate e a contabilização dos dados/ocorrências. Segundo informações da área técnica da empresa, o levantamento do número de interrupções anuais

O indicador de adequação da pressão desenvolvido pela IWA (cód. QS10) relaciona o número de ramais cuja pressão entregue atende ao nível requerido em comparação ao número total de ramais atendidos por cada setor. O SAA Capinzal/Ouro, apesar de possuir equipamentos para o monitoramento contínuo da pressão na rede (ver Figura 13), esses não foram instalados durante o ano de 2008 para o monitoramento de cada um dos setores, de forma que não se tem o registro contínuo da pressão nos setores operacionais.



Figura 13. Medidor contínuo de pressão.
Fonte: Girol (2008).

Isto posto, visando suprir essa ausência de dados de pressão de campo, fez-se uso do simulador hidráulico EPANET, um software de domínio público desenvolvido pela USEPA – *United States Environmental Protection Agency*.

O modelo que representa a rede principal do sistema do SIMAE Capinzal/Ouro foi construído e calibrado pela equipe do Laboratório de Simulação Hidráulica de Infra-Estruturas Urbanas – RESAN, com a supervisão do professor Peter Batista Cheung, no âmbito do projeto “*Uso associado de técnicas computacionais e de experimentação voltado ao gerenciamento de perdas em sistemas de abastecimento de água desenvolvidas*”. Oportuno informar que o modelo foi calibrado no ano de 2010 e, portanto, os dados de pressão obtidos são relativos a esse ano e não ao ano de 2008, base de dados da presente dissertação.

Em tal modelo, cada um dos 32 setores operacionais é representado por um nó da rede, não contemplando, portanto, a rede secundária de cada um dos setores. Sendo assim, os resultados das pressões obtidas com essa simulação indicam a pressão apenas nos nós de entrada de cada um dos setores que compõem o SAA Capinzal/Ouro.

A Figura 14 apresenta o resultado gráfico da variação diária da pressão em um nó do sistema do SIMAE Capinzal/Ouro dado pelo software EPANET.

Para o cálculo da pressão na rede secundária (a partir do nó de entrada, cuja pressão foi obtida na simulação) foram consideradas as seguintes condições:

i. para a pressão máxima estática: calculou-se a diferença de cota entre o nó simulado e a cota do ponto mais desfavorável da rede (menor cota), somando essa diferença à pressão simulada no nó.

ii. para a pressão mínima dinâmica: calculou-se a perda de carga para os pontos mais desfavoráveis, quais sejam: o ponto mais distante do nó simulado e o ponto de cota mais elevada do setor. Desconsideraram-se as perdas de carga localizadas. A pressão dinâmica mínima para esses pontos foi obtida a partir da diferença entre a pressão mínima no nó simulado, a perda de carga correspondente e a altura geométrica dos pontos. Nos casos em que a pressão mínima de 10mca foi atendida, assumiu-se que todo o setor estaria submetido à pressão dinâmica superior àquele valor mínimo. Para os setores em que foi verificada pressão inferior a 10 mca, foi efetuado o levantamento dos trechos em que isso ocorreu.

Considerou-se a distribuição uniforme dos ramais ao longo da rede para fins de avaliação do percentual de ramais cujas pressões mínima e máxima são atendidas.

As tabelas 5 e 6, a seguir, apresentam os resultados das pressões mínima e máxima observadas na simulação de cada setor, bem como os resultados dos indicadores correspondentes.

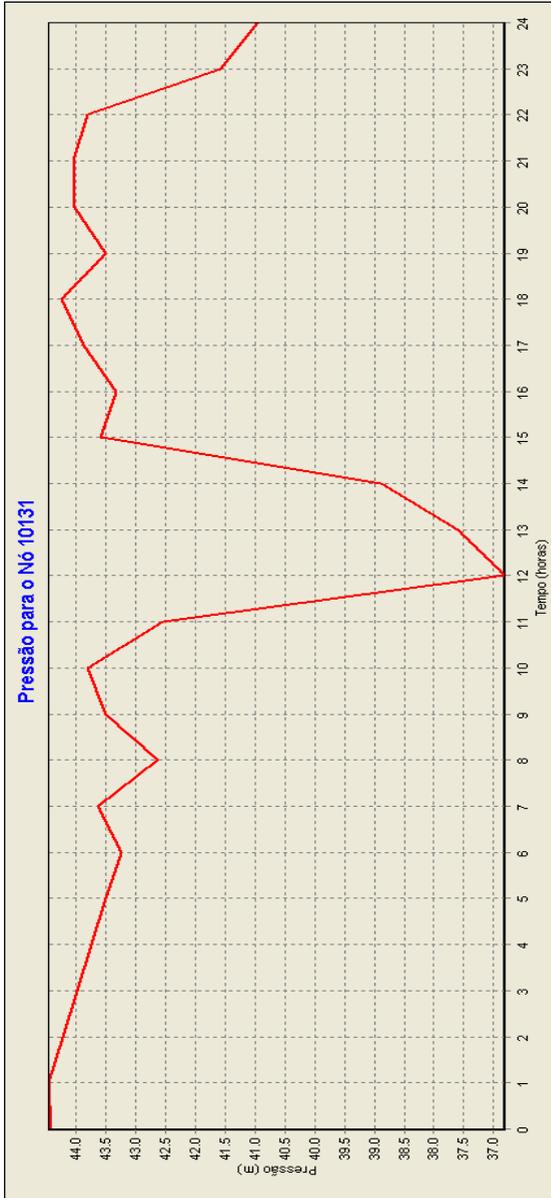


Figura 14. Gráfico da variação da pressão dado pelo EPANET.

Tabela 05. Indicador de pressão mínima para os setores (continua).

SETOR	Pmin nó simulado (mca)	Cota nó simulado (m)	Pressão nó + distante (mca)	Pressão nó maior cota (mca)	Plan 03	n° ramais Pmin não atendida
					(%)	
Saída Geral	37,51	460,82	42,31	37,51	100	0
R: Leonardo Spadini	18,6	480,5	33,73	18,6	100	0
R: Wanda Mayer	36,89	463,8	20,94	16,96	78,72	34
R: Nereu Ramos	40,66	455,93	6,14	0,47	97,23	11
R: Ernesto Hachmam	46,26	451,43	2,41	9,95	86,46	39
Bairro Colégio	34,89	521,13	2,5	0,26	91,46	29
L. Fernanda (Baixo)	32,31	525,8	25,64	25,64	100	0
B. São Luiz	36,09	543,19	78,81	25,46	100	0
B. Subestação	105,43	467,77	15,91	15,71	100	0
L. Jacob Dorini	18,33	561,84	19,87	-8,31	97,76	9
Bairro Santa Maria	45,71	559,2	32,97	32,97	100	0
L. Arco Iris	55,55	573,4	93,99	55,55	100	0
São Cristovão	63,21	644,35	17,27	17,27	100	0
Lot. Colina	66,86	643,15	57,32	57,32	100	0
Vila Sete	55,35	653,57	56,65	22,54	100	0
L. Verde Vale	60,33	648,38	67,39	60,33	100	0
Lot. Viaceli	11,48	691,13	53,87	10,61	100	0

Tabela 05. Indicador de pressão mínima para os setores (continuação)

SETOR	Pmin nó simulado (mca)	cota nó simulado (m)	Pressão nó + distante (mca)	Pressão nó maior cota (mca)	Plan 03 (%)	nº ramais Pmin não atendida
Lar Imóveis	38,64	726,89	19,23	38,64	100	0
L. Parizoto (frente)	23,12	731,86	55,43	10,46	100	0
L. Parizoto (fundos)	36,05	718,93	49,15	36,05	100	0
São Roque	58,96	696,01	62,82	58,96	100	0
Loteamento M. R.	8,06	724,2	24,43	8,06	93,64	13
Saída Municip. Ouro	36,39	456	7,68	7,68	93,68	5
Centro Ouro	43,36	448,67	11,01	11,04	100	0
Pq Lado cima	18,17	470,03	7,21	7,21	95,98	7
Pq Lado baixo	18,54	470,03	34,56	14,49	100	0
Pres. Kennedy	60,1	502,8	55,27	60,1	100	0
B. Navegante (Alto)	22,8	583	94	5,85	70,63	18
B. Navegante (Bxo)	5,43	553	62,43	5,43	96,89	6
B. Alvorada	70,59	534,4	93,96	58,07	100	0
Caravágio	65,86	471,84	57,26	10,98	100	0
Coxilha Seca	29,66	635	101,61	12,15	100	0

Tabela 06. Indicador de pressão máxima para os setores (continua).

SETOR	Pmáx nó (mca)	cota nó (m)	cota mín. setor (m)	P est. máx Setor (mca)	Plan 04 (%)	n° ramais Pmax não atendida
Saída Geral	39,51	460,82	456,02	44,31	100	0
R: Leonardo Spadini	20,21	480,5	453,8	46,91	100	0
R: Wanda Mayer	34,37	463,8	456,09	42,08	100	0
R: Nereu Ramos	44,69	455,93	448,05	52,57	98,26	7
R: Ernesto Hachmam	49,25	451,43	446,77	53,91	64,79	102
Bairro Colégio	40,15	521,13	469,1	92,18	53,95	156
L. Fernanda (Baixo)	35,62	525,8	477,25	84,17	47,79	77
B. São Luiz	37,69	543,19	476,77	104,11	10,12	241
B. Subestação	112,7	467,77	456,9	123,55	0	421
L. Jacob Dorini	19,1	561,84	462	118,94	31,8	266
Bairro Santa Maria	45,9	559,2	559,2	45,9	100	0
L. Arco Iris	60,01	573,4	514,74	118,67	0	164
São Cristovão	68,68	644,35	636,6	76,43	0	37
Lot. Colina	69,62	643,15	598,82	113,95	0	228
Vila Sete	58,78	653,57	614,56	97,79	48,04	235
L. Verde Vale	64,01	648,38	539,79	172,6	0	246
Lot. Viaceli	21,81	691,13	675,15	37,79	100	0

Tabela 06. Indicador de pressão máxima para os setores (continua).

SETOR	Pmáx nó (mca)	cota nó (m)	cota mín. setor (m)	P est. máx Setor (mca)	Plan 04 (%)	nº ramais Pmax não atendida
Lar Imóveis	39,71	726,89	724,38	42,22	100	0
L. Parizoto (frente)	23,61	731,86	689,66	65,81	88,54	42
L. Parizoto (fundos)	36,54	718,93	667,92	87,55	1,61	426
São Roque	59,44	696,01	546,21	209,24	0	104
Loteamento M. R.	8,36	724,2	683,78	48,78	100	0
Saída Municip. Ouro	44,27	456	455,85	44,42	100	0
Centro Ouro	51,82	448,67	443,23	57,26	75,16	49
Pq Lado cima	30,31	470,03	452,66	47,68	100	0
Pq Lado baixo	30,12	470,03	448,04	52,11	96,92	6
Pres. Kennedy	62,8	502,8	491	74,6	48,67	51
B. Navegante (Alto)	23,86	583	583	23,86	100	0
B. Navegante (Bxo)	5,6	553	483,16	75,44	84,45	29
B. Alvorada	72,4	534,4	471,83	134,97	0	271
Caravágio	67,67	471,84	460,05	79,46	20,3	57
Coxilha Seca	30	635	523,62	141,38	46,7	42

Os resultados revelaram que na maioria dos setores os requisitos de pressão mínima são atendidos integralmente. Para os setores em que foi observada pressão mínima inferior a 10 mca constatou-se que o percentual de ramais atingidos é pequeno, o equivalente a uma ou duas quadras, na maioria dos setores. O atendimento às pressões mínimas se deve, basicamente, à topografia da região, onde a elevada diferença de cotas entre o reservatório e os pontos de consumo favorece o cumprimento da pressão mínima normativa.

Em contrapartida, os resultados indicaram que o maior problema associado às pressões no sistema Capinzal/Ouro está na superação da pressão máxima estática de 50mca, o qual foi verificado em 15 dos 32 setores operacionais, atingindo aproximadamente 3.260 ramais, o equivalente a 49% do total. Ressalta-se que os setores Subestação, Arco Íris, São Cristóvão, Lot. Colina, Lot. Verde Vale, São Roque e Alvorada estão totalmente submetidos a pressões estáticas superiores ao limite normativo.

Valores elevados de pressão na rede são preocupantes, pois aumentam a incidência de danos aos componentes da rede e, conseqüentemente, elevam as perdas reais.

Plan 05 – Água não faturada em termos de volume (%):

Este é um indicador econômico-financeiro desenvolvido pela IWA (código Fi46) relacionado às perdas de água no sistema, podendo ser obtido por um simples balanço hídrico. Para esse indicador não há diferenciação entre perdas reais e aparentes no sistema, o que viabiliza sua utilização no presente trabalho, tendo em vista os dados disponíveis sobre o SIMAE Capinzal/Ouro.

Conforme apresentado na tabela 20, esse indicador relaciona a “água não faturada” com a água que entra no sistema por um dado intervalo de tempo. A denominada “água não faturada”, segundo manual da IWA, está relacionada ao consumo faturado medido e não medido, ou seja, resulta da soma da leitura dos contadores dos clientes (medido) e o consumo total autorizado que não é medido e que é faturado.

A Tabela 07 apresenta os resultados desse indicador para os diversos setores operacionais.

Tabela 07. Indicador de água não faturada em termos de volume por setor operacional

setor	macromedidor	Plan 05 (%)
Saída Geral	n° 2	0,90
R: Leonardo Spadini	n° 3	25,80
R: Wanda Mayer	n° 4	60,41
R: Nereu Ramos	n° 5	14,66
R: Ernesto Achmam	n° 6	26,70
Bairro Colégio	n° 8	18,70
L. Fernanda (Baixo)	n° 9	28,91
B. São Luiz	n° 11	30,12
B. Subestação	n° 12	33,21
L. Jacob Dorini	n° 13	21,31
Bairro Santa Maria	n° 15	24,68
L. Arco Iris	n° 17	23,65
São Cristovão	n° 19	4,03
Lot. Colina	n° 20	14,83
Vila Sete	n° 21	15,11
L. Verde Vale	n° 22	31,11
Lot. Viaceli	n° 47	24,97
Lar Imóveis	n° 24	25,09
L. Parizoto (frente)	n° 26	15,00
L. Parizoto (fundos)	n° 27	24,24
São Roque	n° 28	51,52
Loteamento M. R.	n° 30	16,59
Saída Municip. Ouro	n° 31	2,23
Centro Ouro	n° 32	7,79
Pq Lado cima	n° 33	20,16
Pq Lado baixo	n° 34	19,35
Pres. Kennedy	n° 36	27,16
B. Navegante (Alto)	n° 38	7,30
B. Navegante (Bxo)	n° 39	26,42
B. Alvorada	n° 41	16,05
Caravágio	n° 43	19,96
Coxilha Seca	n° 45	27,15

Segundo ERSAR (2009), o volume de água não faturada é considerado satisfatório quando é inferior a 20% do volume fornecido. Isto posto, constata-se que no ano de 2008 esse valor de referência foi ultrapassado em 19 setores operacionais do SIMAE Capinzal/Ouro, abrangendo mais de 50% dos usuários do sistema.

Índices de perdas elevados é consequência de uma infraestrutura física de má qualidade e também de uma gestão ineficiente dos sistemas (SNSA, 2007).

Com relação à nomenclatura do indicador em questão, o indicador IN013 do SNIS, intitulado “índice de perdas de faturamento”, também se relaciona à diferença de água que entra no sistema e o volume de água faturado. Contudo, a respeito do dado “volume de água faturado”, o sistema brasileiro considera que este corresponde ao volume de água debitado ao total de economias (medidas e não medidas). Dessa forma, observa-se que há diferença conceitual entre o indicador do sistema da IWA e o brasileiro, uma vez que os volumes faturados medidos utilizados pela IWA consideram os volumes de água registrados nos hidrômetros, enquanto no Brasil esses volumes correspondem àqueles efetivamente debitados.

No caso do Brasil, a prática da cobrança de um volume mínimo de água dos usuários, ocasiona em volumes faturados que podem superar os volumes efetivamente micromedidos. Assim, o indicador de perdas de faturamento adotado pelo SNIS não está associado às perdas de água do sistema, como ocorre com o indicador da IWA.

Não obstante, o sistema brasileiro contempla o indicador IN049, intitulado “Índice de perdas na distribuição”, o qual utiliza os mesmos dados de entrada do indicador Fi46 da IWA, ou seja, a diferença entre o volume de água que entra no sistema e o volume consumido (micromedido).

Os resultados do SNIS para o indicador IN049, relativos ao ano de 2008, são apresentados na Tabela 08.

Os resultados publicados no SNIS permitem verificar que, exceto para prestadores de serviço microrregional e local de direito privado com administração pública da região nordeste, em todos os outros casos, o índice superou o limite de 20% de referência praticado nos sistemas de Portugal.

Considerando a média nacional para os prestadores de serviço de abrangência microrregional (43,7%) e os resultados calculados para os

setores do sistema Capinzal/Ouro, verifica-se que apenas os setores Wanda Mayer e São Roque ultrapassam o índice nacional.

Tabela 08. Resultados do SNIS, ano base 2008, para o indicador *Índice de Perdas na Distribuição* (IN049)

Prestadores de serviços (abrangência)	Índice de perdas na distribuição (%)					
	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro- oeste	Média nacional
Regional	53,6	53,4	36,7	38,9	34,4	41,6
Microrregional	-	18,4	46,6	29,9	35,7	43,7
Local – direito público	37,1	32,2	40,5	34,2	36,2	38,4
Local – direito privado c/ administração Pública	-	16,0	32,0	50,9	51,0	38,3
Local – empresa privada	63,3	-	33,4	49,7	38,0	47,1

Fonte: SNSA (2010)

Plan 06 – Cobertura dos custos correntes:

O indicador Fi31, contemplado no manual da IWA, relaciona a receita total de operação dos serviços de abastecimento de água com os custos totais líquidos de operação e manutenção e de pessoal.

De acordo com ERSAR (2009), o resultado para esse indicador deve ser superior a 1,5 para que seja considerado adequado.

A importância desse indicador no planejamento tático de sistemas de abastecimento de água está relacionada à possibilidade de identificação dos setores que apresentam menor relação receita/custos e, a partir desse resultado, investigar os custos de maior expressão em cada um dos casos, visando reduzi-los. Oportuno ressaltar, entretanto, que a avaliação dada a partir deste indicador é de curto prazo, ou seja, a relação direta entre proveitos e custos, mesmo que apresente valores superiores àqueles considerados de referência, não garante a sustentabilidade econômico-financeira da entidade gestora a médio e longo prazos, uma vez que não considerar custos associados à investimentos, apenas os custos correntes.

Para o caso do SAA Capinzal/Ouro, o cálculo desse indicador restou inviabilizado devido à inexistência de dados de receita e custos de forma independente por setor operacional.

Plan 07 – Perdas de água por ramais (m³/ramal/ano):

Este indicador permite a avaliação das perdas globais (reais e aparentes) por ramais. É recomendado pela IWA quando o número de ramais por quilômetro de rede for superior a 20.

Tabela 09. Perda de água por ramal por setor operacional (cont.)

SETOR	Plan 07 (m³/ramal/ano)	Plan 07 (L/ramal/dia)
Saída Geral	295,00	808,22
R: Leonardo Spadini	68,97	188,96
R: Wanda Mayer	219,24	600,66
R: Nereu Ramos	74,16	203,18
R: Ernesto Hachmam	71,12	194,84
Bairro Colégio	30,70	84,10
L. Fernanda (Baixo)	77,10	211,24
B. São Luiz	56,28	154,19
B. Subestação	67,27	184,29
L. Jacob Dorini	38,40	105,21
Bairro Santa Maria	37,23	102,00
L. Arco Iris	36,40	99,73
São Cristovão	249,60	683,84
Lot. Colina	29,20	79,99
Vila Sete	34,97	95,82
L. Verde Vale	58,64	160,66
Lot. Viaceli	61,32	168,00
Lar Imóveis	36,96	101,25
L. Parizoto (frente)	20,59	56,40
L. Parizoto (fundos)	34,05	93,29
São Roque	106,89	292,86
Loteamento M. R.	22,71	62,23
Saída Municp. Ouro	74,97	205,38
Centro Ouro	27,17	74,45
Pq Lado cima	35,20	96,45
Pq Lado baixo	34,40	94,24
Pres. Kennedy	44,61	122,22
B. Navegante (Alto)	128,93	353,22

Tabela 09. Perda de água por ramal por setor operacional (continuação).

SETOR	Plan 07 (m³/ramal/ano)	Plan 07 (L/ramal/dia)
B. Navegante (Bxo)	45,68	125,14
B. Alvorada	32,06	87,83
Caravágio	37,25	102,07
Coxilha Seca	24,54	67,24

Os valores para esse indicador publicados no SNIS de 2008 são apresentados na tabela a seguir:

Tabela 10. Resultados do SNIS, ano base 2008, para o *Índice de perdas por ligação*.

Prestadores de serviços (abrangência)	Índice de perdas por ligação (L/lig. /dia)					
	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro- oeste	Média nacional
Regional	632,1	497,5	482,1	306,6	283,2	445,8
Microrregional	-	88,2	459,8	207,5	221,6	391,6
Local – direito público	646,5	285,1	426,2	357,4	334,9	403,4
Local – direito privado c/ administração Pública	-	122,2	349,5	610,7	829,0	449,8
Local – empresa privada	1246,1	-	346,4	490,3	332,7	579,6

Fonte: SNSA (2010)

Tendo como referência a média nacional para os prestadores de serviço de abrangência microrregional, verifica-se que o setor mais crítico do SAA Capinzal/Ouro é o setor denominado “Saída Geral”, visto que o número de economias existente neste setor é de apenas 17. Da mesma forma, o setor Wanda Mayer, também identificado como crítico no indicador de perdas de faturamento, apresenta esse indicador superior à média nacional para os prestadores microrregionais.

Plan 08 – Ineficiência na utilização dos recursos hídricos (%):

Esse indicador, identificado no manual da IWA pelo código WR1, relaciona o volume de perdas reais com o volume de água que

entra no sistema. Essa relação é importante porque permite que sejam avaliados os setores que necessitam com maior urgência a adoção de medidas voltadas à redução das perdas por vazamentos ou extravasamentos na rede e nos reservatórios, uma vez que estas podem se traduzir em perdas econômicas e baixos desempenhos a nível de sustentabilidade ambiental.

ERSAR (2009) apresenta como referência para esse indicador os valores inferiores à 15%.

Visto que o sistema do SIMAE não efetua a quantificação do volume de perdas reais do sistema, não foi possível efetuar o cálculo do indicador em comento.

Plan 09 – Consumo de energia normalizado (kWh/m³/100m):

Indicador relativo à infra-estrutura de bombeamento. Esse indicador permite a comparação da eficiência energética entre diferentes instalações de bombeamento mediante a redução das alturas manométricas (H) de diferentes instalações a uma altura única, sendo definido como “a quantidade média de energia gasta para elevar 1 metro cúbico de água a 100 m de altura por meio de instalações de bombeamento” (ALEGRE et al, 2000).

O indicador foi calculado para cada uma das CBs, todavia, considerando que neste trabalho os indicadores devem representar os setores operacionais, então, foi assumido que os indicadores para os setores são os mesmos das CBs que os abastecem.

As tabelas 11 e 12 apresentam os resultados desse indicador para cada uma das elevatórias e dos respectivos setores operacionais.

Tabela 11. Consumo de energia normalizado por estação elevatória (cont.)

CB	Consumo mensal médio (Kwh/mês)	Vol. Bomb. mensal (m³/mês)	Alt. Geom. (m)	Perda de carga* (m)	Altura manom. (m)
CB01	39.966	102.020,50	58,34	14,40	72,74
CB02	3.925	9.113,33	68,58	5,30	73,88
CB03	2.208	2.612,92	111,77	31,74	143,51
CB04	6.567	8.649,75	126,66	16,07	142,73
CB06	20.111	17.069,58	115,40	31,62	147,02
CB07	104	190,75	55,10	10,76	65,86

Tabela 11. Consumo de energia normalizado por estação elevatória (cont.)

CB	Consumo mensal médio (Kwh/mês)	Vol. Bomb. mensal (m³/mês)	Alt. Geom. (m)	Perda de carga* (m)	Altura manom. (m)
CB09	36.118	34.624,25	158,82	3,54	162,36
CB10	32.113	32.451,50	83,43	10,41	93,84
CB11	8.845	14.303,50	86,65	45,32	131,97
CB12	1.036	1.035,75	101,24	10,23	111,47
CB13	1.276	2.321,42	63,69	10,73	74,42

* foram desconsideradas as perdas de carga localizadas.

Tabela 12. Consumo de Energia Normalizado por setor Operacional

Setor	Elevatória que abastece o setor	CEN (kWh/m³/100m)
Saída Geral	CB01	0,54
R: Leonardo Spadini	CB01	0,54
R: Wanda Mayer	CB01	0,54
R: Nereu Ramos	CB01	0,54
R: Ernesto Achmam	CB01	0,54
Bairro Colégio	CB02	0,58
L. Fernanda (Baixo)	CB02	0,58
B. São Luiz	CB06	0,80
B. Subestação	CB06	0,80
L. Jacob Dorini	CB06	0,80
Bairro Santa Maria	CB07	0,83
L. Arco Iris	CB09	0,64
São Cristovão	CB10	1,05
Lot. Colina	CB10	1,05
Vila Sete	CB10	1,05
L. Verde Vale	CB10	1,05
Lot. Viaceli	CB10	1,05
Lar Imóveis	CB11	0,47
L. Parizoto (frente)	CB11	0,47
L. Parizoto (fundos)	CB11	0,47
São Roque	CB11	0,47

Loteamento M. R.	CB13	0,74
Saída Municip. Ouro	CB01	0,54
Centro Ouro	CB01	0,54
Pq Lado cima	CB01	0,54
Pq Lado baixo	CB01	0,54
Pres. Kennedy	CB03	0,59
B. Navegante (Alto)	CB04	0,53
B. Navegante (Bxo)	CB04	0,53
B. Alvorada	CB04	0,53
Caravágio	CB04	0,53
Coxilha Seca	CB12	0,90

O valor de referência adotado pelo ERSAR (2009) é de 0,4 kWh/m³/100m. Sendo assim, todos os setores que compõem o SAA Capinzal apresentam desempenho inferior ao desejado para esse indicador.

4.3.2 Síntese dos indicadores de desempenho por setor operacional

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta o conjunto de resultados, por setor operacional, dos indicadores de desempenho selecionados para o planejamento do SAA Capinzal/Ouro.

Tabela 13. Síntese dos indicadores de desempenho por setor operacional (continua).

Setores operacionais	Macro medidores	PLAN 01	PLAN 03	PLAN 04	PLAN 05	PLAN 07	PLAN 09
Saída Geral	n° 2	0,24	100	100	0,9	808,22	0,54
R: Leonardo Spadini	n° 3	0,24	100	100	25,8	188,96	0,54
R: Wanda Mayer	n° 4	0,24	78,72	100	60,41	600,66	0,54
R: Nereu Ramos	n° 5	0,24	97,23	98,26	14,66	203,18	0,54
R: Ernesto Achmam	n° 6	0,24	86,46	64,79	26,7	194,84	0,54
Bairro Colégio	n° 8	0,49	91,46	53,95	18,7	84,1	0,58
L. Fernanda (Baixo)	n° 9	0,49	100	47,79	28,91	211,24	0,58
B. São Luiz	n° 11	1,01	100	10,12	30,12	154,19	0,8
B. Subestação	n° 12	1,01	100	0	33,21	184,29	0,8
L. Jacob Dorini	n° 13	1,01	97,76	31,8	21,31	105,21	0,8
Bairro Santa Maria	n° 15	4,36	100	100	24,68	102	0,83
L. Arco Ires	n° 17	0,04	100	0	23,65	99,73	0,64
São Cristovão	n° 19	0,57	100	0	4,03	683,84	1,05
Lot. Colina	n° 20	0,57	100	0	14,83	79,99	1,05
Vila Sete	n° 21	0,57	100	48,04	15,11	95,82	1,05
L. Verde Vale	n° 22	0,57	100	0	31,11	160,66	1,05
Lot. Viaceli	n° 47	0,57	100	100	24,97	168	1,05

Tabela 13. Síntese dos indicadores de desempenho por setor operacional (continuação).

Setores operacionais	Macro medidores	PLAN 01	PLAN 03	PLAN 04	PLAN 05	PLAN 07	PLAN 09
Lot. Viaceli	n° 47	0,57	100	100	24,97	168	1,05
Lar Imóveis	n° 24	3,51	100	100	25,09	101,25	0,47
L. Parizoto (frente)	n° 26	0,14	100	88,54	15	56,4	0,47
L. Parizoto (fundos)	n° 27	0,14	100	1,61	24,24	93,29	0,47
São Roque	n° 28	0,14	100	0	51,52	292,86	0,47
Loteamento M. R.	n° 30	0,69	93,64	100	16,59	62,23	0,74
Saída Municip. Ouro	n° 31	0,24	93,68	100	2,23	205,38	0,54
Centro Ouro	n° 32	0,24	100	75,16	7,79	74,45	0,54
Pq Lado cima	n° 33	0,24	95,98	100	20,16	96,45	0,54
Pq Lado baixo	n° 34	0,24	100	96,92	19,35	94,24	0,54
Pres. Kennedy	n° 36	0,43	100	48,67	27,16	122,22	0,59
B. Navegante (Alto)	n° 38	1,83	70,63	100	7,3	353,22	0,53
B. Navegante (Bxo)	n° 39	1,94	96,89	84,45	26,42	125,14	0,53
B. Alvorada	n° 41	1,83	100	0	16,05	87,83	0,53
Caravágio	n° 43	1,99	100	20,3	19,96	102,07	0,53
Coxilha Seca	n° 45	1,27	100	46,7	27,15	67,24	0,9

4.3.3 Definição dos Setores Operacionais Prioritários

Considerando o desempenho obtido para os setores operacionais em cada um dos indicadores adotados neste trabalho, procedeu-se, então, a definição dos setores prioritários ao recebimento de intervenções, a partir da utilização do método de tomada de decisão multicriterial AHP.

Contudo, previamente à aplicação do método multicriterial, são apresentados os resultados obtidos com a aplicação do método Delphi, do qual se obteve a ponderação dos critérios de planejamento, conforme detalhado a seguir.

4.3.3.1 Ponderação dos Critérios de Planejamento

Conforme descrito em capítulo anterior, a pesquisa Delphi foi o método utilizado para atribuição de pesos aos critérios de planejamento tático.

Foram contatados inicialmente 12 especialistas, os quais receberam, via correio eletrônico, uma cópia do questionário correspondente à 1ª rodada, acompanhado de uma breve explicação do projeto e dos objetivos da pesquisa (vide Apêndice B). Informações sobre o perfil dos especialistas selecionados nesta pesquisa constam no Apêndice A.

O questionário enviado aos participantes contempla, basicamente, a comparação par a par entre os 5 (cinco) critérios (C1 a C5) e os 2 (dois) subcritérios (C2a e C2b) de planejamento tático descritos no item 5.2.1. Na comparação aos pares o especialista deveria indicar qual dos critérios/subcritérios (entre os dois em análise) seria prioritário e a magnitude dessa importância. Com relação à magnitude, as opções disponibilizadas aos entrevistados foram: igual, pequena, grande, muito grande e absoluta.

Em cada uma das rodadas foram aguardados 20 dias para o recebimento das respostas, quando se fez a solicitação àqueles que ainda não haviam encaminhado suas respostas, aguardando-se mais uma semana.

Devido a algumas dificuldades apontadas pelos participantes no preenchimento do questionário enviado na 1ª rodada, realizou-se a

reformulação do mesmo para o envio na rodada seguinte (ver Apêndice C). Para facilitar o entendimento, os critérios foram dispostos aos pares perante uma escala de importância, conforme ilustra a Figura 15. À medida que cresce a importância de um determinado critério sobre o outro (na comparação par a par), mais próximo se estará de uma das extremidades.

Para tabulação e análise estatística foi realizada a transformação dos dados qualitativos obtidos para os números (julgamentos) da escala de Saaty (Quadro 13), da seguinte forma:

Importância do Critério	
Qualitativa	Quantitativa
Igual	1
Pequena	3
Grande	5
Muito grande	7
Absoluta	9

Quadro 19. Transformação dos dados qualitativos em quantitativos

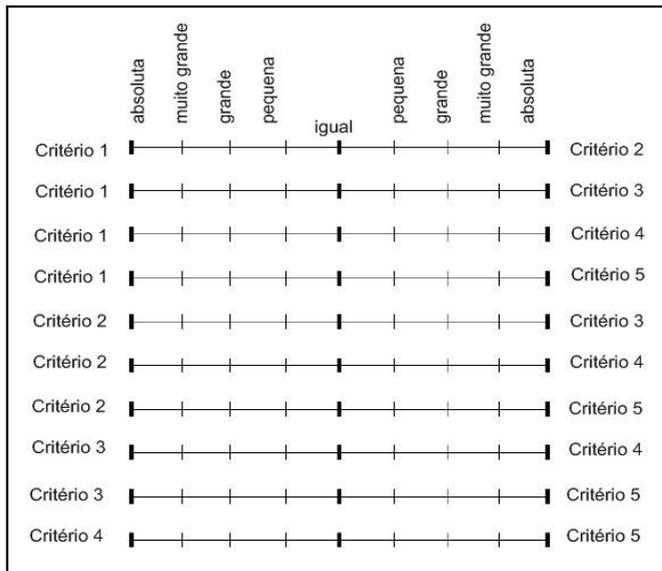


Figura 15. Layout simplificado de apresentação do questionário.

A regra de transformação dos dados qualitativos em quantitativos, apresentada no Quadro 19, foi aplicada considerando como prioritário o primeiro critério do par em análise. Caso a prioridade tivesse sido dada ao segundo critério, então, aplicava-se o inverso daqueles valores. Como exemplo, supúnhamos que na avaliação entre os Critérios 1 e 2 o entrevistado considerasse que o Critério 1 tivesse grande importância sobre o Critério 2, logo, o valor atribuído a esse julgamento seria 5. Caso o contrário tivesse sido indicado pelo especialista, teríamos o valor do julgamento como 1/5.

Ao término da 1ª rodada obteve-se a resposta de 8 (oito) especialistas. O valor da mediana das respostas do grupo para cada uma das comparações par a par é apresentada na Tabela 14, juntamente com os valores de amplitude interquartílica¹¹. Convém esclarecer que quando o especialista deixou de responder ao questionário em alguma das rodadas, considerou-se que sua resposta permanecia a mesma da rodada anterior.

O questionário correspondente à 2ª rodada agregou as respostas médias do grupo e as respostas individuais¹² às questões da 1ª rodada. Nessa rodada retornaram 7 (sete) dos 8 (oito) questionários enviados e observou-se uma maior convergência das respostas (redução da amplitude interquartílica) após essa rodada, o que pode ser visualizado na Tabela 15.

Na 3ª e última rodada, o questionário enviado aos participantes foi similar àquele apresentado na rodada anterior, conforme pode ser visualizado no Apêndice C. Todos os 8 (oito) especialistas responderam ao questionário nessa rodada.

Tabela 14. Resultado do método Delphi em cada uma das rodadas

Estatística	1ª. Rodada		2ª. Rodada		3ª. rodada	
	Mediana	Ampl. Interqt.	Mediana	Ampl. Interqt.	Mediana	Ampl. Interqt.
C1/C2	4,0	6,0	5,0	3,0	3,0	2,7
C1/C3	5,0	2,0	5,0	0,0	5,0	0,0
C1/C4	1,0	3,2	1,0	2,2	1,0	0,5
C1/C5	4,0	4,5	5,0	1,0	5,0	0,5

¹¹ É uma medida de dispersão calculada pela diferença entre os valores do 3º (equivalente ao percentil de 75%) e 1º quartil (equivalente ao percentil de 25%).

¹² Cada participante recebeu as respostas médias dadas pelo grupo e, exclusivamente, a sua resposta dada na rodada anterior.

Estatística	1ª. Rodada		2ª. Rodada		3ª. rodada	
	Mediana	Ampl. Interqt.	Mediana	Ampl. Interqt.	Mediana	Ampl. Interqt.
C2/C3	0,7	4,7	0,3	1,2	1,0	0,0
C2/C4	0,7	1,3	0,3	0,0	0,3	0,2
C2/C5	2,0	5,0	3,0	2,5	3,0	0,5
C3/C4	1,0	0,2	1,0	0,2	1,0	0,0
C3/C5	0,7	2,7	0,3	1,2	1,0	0,2
C4/C5	3,0	4,5	3,0	2,5	3,0	0,5
C2a/C2b	3,0	8,7	3,0	4,2	3,0	0,7

Finalizada a 3ª etapa de comparações aos pares, os resultados das medianas dos julgamentos do grupo para os critérios (C1 a C5) são colocados na matriz A quadrada 5 x 5, conforme apresentada abaixo.

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} C1 & C2 & C3 & C4 & C5 \end{matrix} \\ \begin{matrix} C1 \\ C2 \\ C3 \\ C4 \\ C5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 3 & 5 & 1 & 5 \\ 1/3 & 1 & 1 & 1/3 & 3 \\ 1/5 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 3 & 1 & 1 & 3 \\ 1/5 & 1/3 & 1 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Figura 16. Matriz de Julgamentos A (C_{ij}).

Quanto aos subcritérios C2a e C2b, a resposta média do grupo indicou que a adequação das pressões mínimas (C2a) é levemente mais importante que a adequação das pressões máximas (C2b), ou seja, C2a = 3.C2b.

4.3.3.2 Consistência da Matriz de Julgamentos

A partir da análise à matriz acima, toma-se conhecimento que:

$$C1 = 3.C2$$

$$C1 = 5.C5$$

$$\therefore 3.C2 = 5.C5$$

Enquanto o valor consistente de a_{25} seria $5/3$, o valor escolhido para representar a relação entre C2 e C5 foi igual a 3. E do mesmo modo, quando o valor de a_{52} seria $3/5$, foi atribuído $1/3$.

Verificada a inconsistência da matriz de julgamentos, passa-se à avaliação do grau dessa inconsistência, dado pela equação $RC = IC/IR$ onde, IR é um valor tabelado e $IC = (\lambda_{max} - n) / (n-1)$.

Para a obtenção do desvio no autovalor máximo (λ_{max}), inicia-se pelo cálculo aproximado do vetor de prioridades w , mediante a divisão entre a soma de cada linha da matriz A pela soma total:

$$w = \begin{bmatrix} 0,408 \\ 0,154 \\ 0,114 \\ 0,245 \\ 0,078 \end{bmatrix}$$

Para calcular os λ_i , usa-se a fórmula $Aw = \lambda_{max}.w$:

$$\begin{bmatrix} 1 & 3 & 5 & 1 & 5 \\ 1/3 & 1 & 1 & 1/3 & 3 \\ 1/5 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 3 & 1 & 1 & 3 \\ 1/5 & 1/3 & 1 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,408 \\ 0,154 \\ 0,114 \\ 0,245 \\ 0,078 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \\ \lambda_4 \\ \lambda_5 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,408 \\ 0,154 \\ 0,114 \\ 0,245 \\ 0,078 \end{bmatrix}$$

Multiplica-se cada linha da matriz original pelo vetor w , dividindo pelo w_i correspondente e assim se obtém cada λ_i de um vetor de estimativas de λ , então:

$$\lambda = \begin{bmatrix} 5,09 \\ 4,67 \\ 5,89 \\ 5,98 \\ 5,22 \end{bmatrix} \therefore \bar{\lambda}_{\max} = 5,37$$

Portanto,

$$IC = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) = 0,09$$

Do Quadro 14 obtém-se que $IR = 1,12$. Finalmente, a razão de Consistência (RC) resulta em 0,082, ou seja, $<0,10$, portanto, aceitável.

A partir da análise do vetor prioridade w obtido ao final da aplicação do método Delphi, conclui-se que o peso atribuído ao critério relacionado à disponibilização de quantidade suficiente de água aos usuários (C1) equivale a cerca de 41% do peso total de todos os critérios de planejamento considerados, seguido pelo critério relacionado às perdas de água (C4), ao qual foi atribuído aproximadamente 25% do peso total.

Em sendo assim, verifica-se que o peso conferido a esses dois critérios somados totaliza cerca de 66% do peso total e, portanto, os setores operacionais que apresentarem baixo desempenho quanto à disponibilidade de água e ao combate das perdas foram, conseqüentemente, considerados prioritários ao recebimento de medidas de intervenção no processo de planejamento do sistema.

4.3.3.3 Hierarquização dos Setores Operacionais

A partir dos resultados obtidos para os indicadores¹³ e da ponderação dos critérios detalhados anteriormente, efetuou-se a hierarquização dos setores operacionais do SAA Capinzal/Ouro em ordem crescente de desempenho.

¹³ No processo de hierarquização foram considerados válidos apenas os indicadores passíveis de cálculo para o ano de 2008, ou seja, Plan₀₁, Plan₀₃, Plan₀₄, Plan₀₅, Plan₀₇ e Plan₀₉.

Oportuno mencionar que para os indicadores Plan01, Plan03 e Plan04 quanto maior o valor obtido, maior é o desempenho do setor. Já para os demais indicadores (Plan05, Plan07 e Plan09), ocorre o inverso. Isto posto, visando a adoção de um referencial comum para os indicadores, foi calculada a diferença entre o valor máximo encontrado do indicador para o sistema e o valor do indicador em cada setor, no caso dos indicadores Plan05, Plan07 e Plan09. Além disso, previamente a ponderação e hierarquização dos setores, todos os indicadores foram normalizados.

Tabela 15. Resultado da hierarquização dos setores operacionais (continua).

Ordem	Somatório por setor ($W_{(i)} \times Plan_{(i)}$)	Setor operacional	Macromedidor
1	0,014	R: Wanda Mayer	n° 4
2	0,018	Saída Geral	n° 2
3	0,019	São Cristovão	n° 19
4	0,019	São Roque	n° 28
5	0,019	L. Arco Ires	n° 17
6	0,022	L. Parizoto (fundos)	n° 27
7	0,022	R: Ernesto Achmam	n° 6
8	0,023	L. Verde Vale	n° 22
9	0,024	R: Leonardo Spadini	n° 3
10	0,024	R: Nereu Ramos	n° 5
11	0,025	L. Parizoto (frente)	n° 26
12	0,025	Pq Lado cima	n° 33
13	0,025	Pq Lado baixo	n° 34
14	0,025	L. Fernanda (Baixo)	n° 9
15	0,025	Saída Municip. Ouro	n° 31
16	0,025	Lot. Colina	n° 20
17	0,026	Lot. Viaceli	n° 47
18	0,026	Pres. Kennedy	n° 36
19	0,026	Centro Ouro	n° 32
20	0,026	Vila Sete	n° 21
21	0,028	Bairro Colégio	n° 8
22	0,031	B. Subestação	n° 12
23	0,031	Loteamento M. R.	n° 30
24	0,031	B. São Luiz	n° 11

Tabela15. Resultado da hierarquização dos setores operacionais (continuação).

Ordem	Somatório por setor (W(i) x Plan(i))	Setor operacional	Macromedidor
25	0,033	L. Jacob Dorini	n° 13
26	0,037	Coxilha Seca	n° 45
27	0,046	B. Navegante (Alto)	n° 38
28	0,047	B. Alvorada	n° 41
29	0,049	B. Navegante (Bxo)	n° 39
30	0,050	Caravágio	n° 43
31	0,074	Lar Imóveis	n° 24
32	0,084	Bairro Santa Maria	n° 15

Em face dos resultados obtidos com a hierarquização dos setores (Tabela 15), conclui-se que os setores com os piores desempenhos, em sua maioria, estão diretamente associados aos reservatórios R1, R9, R10 e R Parizotto, os quais apresentaram os piores desempenhos para o indicador Plan01, relacionado à capacidade de reserva de água tratada.

Além disso, após o processo de hierarquização, observou-se que a maioria dos setores que apresentaram índices de perdas elevados (indicadores Plan05 e Plan07), tais como Wanda Mayer e Saída Geral, restaram dentre os setores com pior desempenho global, isto é, prioritários ao recebimento de intervenções.

Oportuno mencionar que a avaliação do resultado da ponderação dada pelo método AHP deve vir acompanhada de uma análise individualizada dos indicadores, tendo em vista a possibilidade dos resultados serem mascarados/diluídos.

4.3.4 Definição de Metas de Planejamento

Os resultados obtidos no cálculo dos indicadores permitiram o estabelecimento de metas a médio e longo prazo para os setores operacionais, visando o atendimento aos valores de referência dos indicadores de desempenho.

Primeiramente, aplicável a todos os setores operacionais, devem ser definidas ações voltadas à coleta de dados necessários à composição

dos indicadores “Ineficiência na utilização dos recursos hídricos”, “cobertura dos custos correntes” e “interrupções por ramal”. O cálculo de tais indicadores envolve a medição/quantificação das interrupções no sistema, das perdas reais e das perdas aparentes, bem como a individualização por setor operacional dos custos com pessoal, energia, serviços externos, aluguel de equipamentos e serviços, reagentes, outros consumíveis e equiparáveis, taxas, contribuições e impostos, resultados extraordinários e outros custos de operação.

Sugere-se que a médio prazo (5 anos) esses dados já estejam sendo coletados e, por conseguinte, os respectivos indicadores calculados. A partir daí, deverão ser definidas metas e prazos para o alcance do desempenho satisfatório para esses indicadores em cada um dos setores.

A respeito dos indicadores já obtidos para o ano de 2008, apresenta-se, a seguir, uma proposta de metas a serem atingidas para os três setores operacionais considerados mais críticos, de acordo com a hierarquização indicada no item 6.2.5.3.

Do mesmo modo como exemplificado para os três setores operacionais mais críticos, pode-se proceder a definição de metas aos demais setores operacionais visando o atendimento aos níveis de referência para os indicadores.

Setor: Wanda Mayer			
Indicadores de desempenho	Desempenho em 2008	Metas	
		Médio prazo (5 anos)	Longo prazo (>15 anos)
Capacidade de reserva de água tratada	0,24 dias	Atingir 0,6 dias ¹⁴	Atingir 1 dia ou mais
Adequação da pressão mínima de serviço	78,72%	Atingir 100% de adequação.	Manter 100% de atendimento.
Adequação da pressão máxima de serviço	100%	Manter 100%	Manter 100%

Quadro 20. Plano de Metas para os setores Wanda Mayer, Saída Geral e São Cristóvão (continua).

¹⁴ No ano de 2009 foi executada a ampliação de R1 e o indicador passou para 0,91 dias.

Indicadores de desempenho	Desempenho em 2008	Metas	
		Médio prazo (5 anos)	Longo prazo (>15 anos)
Água não faturada em termos de volume	60,41%	Atingir 30%	Atingir 20%
Perdas de água por ramais	600,66 l/ramal/dia	Atingir 250 l/ramal/dia	Atingir 130 l/ramal/dia
Consumo de energia normalizado (kwh/m ³ /100m)	0,54 kwh/m³/100m	Atingir 0,4 kWh/m ³ /100m	Manter 0,4 kWh/m ³ /100m
Sector: Saída Geral			
Indicadores de desempenho	Desempenho em 2008	Metas	
		Médio prazo (5 anos)	Longo prazo (>15 anos)
Capacidade de reserva de água tratada	0,24 dias	Atingir 0,6 dias ¹³ .	Atingir 1 dia ou mais
Adequação da pressão mínima de serviço	100%	Manter 100%	Manter 100%
Adequação da pressão máxima de serviço	100%	Manter 100%	Manter 100%
Água não faturada em termos de volume	0,90%	Manter o índice	Manter o índice
Perdas de água por ramais	808,22 l/ramal/dia	Atingir 250 l/ramal/dia	Atingir 130 l/ramal/dia
Consumo de energia normalizado (kwh/m ³ /100m)	0,54 kwh/m³/100m	Atingir 0,4 kWh/m ³ /100m	Manter 0,4 kWh/m ³ /100m

Quadro 20. Plano de Metas para os setores Wanda Mayer, Saída Geral e São Cristóvão (continua).

Setor: São Cristóvão			
Indicadores de desempenho	Desempenho em 2008	Metas	
		Médio prazo (5 anos)	Longo prazo (>15 anos)
Capacidade de reserva de água tratada	0,57 dias	Atingir 1 dia ou mais	Manter capacidade superior a 1 dia.
Adequação da pressão mínima de serviço	100%	Manter 100%	Manter 100%
Adequação da pressão máxima de serviço	0%	Atingir 75% de adequação	Atingir 100%
Água não faturada em termos de volume	4,03%	Manter o índice	Manter o índice
Perdas de água por ramais	683,84 l/ramal/dia	Atingir 250 l/ramal/dia	Atingir 130 l/ramal/dia
Consumo de energia normalizado (kwh/m ³ /100m)	1,05 kwh/m³/100m	Atingir 0,6 kWh/m ³ /100m	Atingir 0,4 kWh/m ³ /100m

Quadro 20. Plano de Metas para os setores Wanda Mayer, Saída Geral e São Cristóvão (continuação).

Isto posto, observa-se que as principais ações necessárias para a melhoria de desempenho desses setores envolvem a redução dos níveis de perdas de água e a ampliação da capacidade de reserva de água tratada, a qual já vem sendo realizada pelo SIMAE.

4.4 INDICADORES DE DESEMPENHO VOLTADOS À REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS

Os dados necessários ao cálculo dos indicadores de regulação do sistema de Capinzal/Ouro, apresentados na Tabela 16, foram obtidos diretamente com o SIMAE Capinzal/Ouro ou indiretamente através do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto do ano de 2008 (SNSA, 2010).

Tabela 16. Dados do ano de 2008 sobre o SIMAE Capinzal/Ouro (continua).

Cód. SNIS	Descrição	Valor
A26	População Urbana atendida	19.700 hab
G06a	População Total urbana dos Municípios	20.196 hab.
A06	Volume total de água produzido	1.286.000 m ³ /ano
A11	Volume Total de água Faturado	1.189.000 m ³ /ano
A10	Volume Total de água consumido	942.000 m ³ /ano
A17	Volume de água bruta Exportado	0,0
A18	Volume de água Tratado Importado	0,0
A19	Volume de água tratada Exportado	0,0
A24	Volume de água de Serviço	24.000m ³ /ano
A02 ¹⁵	Quantidade de ligações ativas de água	6.876
A04 ¹⁴	Quantidade de ligações ativas de água micromedidas	6.876
Q06	Quantidade de Amostras Analisadas para Aferição de Cloro Residual	8.053
Q07	Quantidade de Amostras para Análises de Cloro Residual com Resultado fora do Padrão	5
Q08	Quantidade de Amostras Analisadas para Aferição de Turbidez	7.644

¹⁵ O cálculo dessa informação considera a média aritmética: (dez/ano anterior + dez/ano de referência)/2.

Tabela 16. Dados do ano de 2008 sobre o SIMAE Capinzal/Ouro (continua).

Cód. SNIS	Descrição	Valor
Q09	Quantidade de Amostras para Análises de Turbidez com Resultado Fora do Padrão	38
Q20	Quantidade Mínima de Amostras Obrigatórias para Análises de Cloro Residual	4.216
Q19	Quantidade Mínima de Amostras Obrigatórias para Análises de Turbidez	4.032
Q26	Quantidade de Amostras Analisadas para Aferição de Coliformes Totais	1.407
Q27	Quantidade de Amostras para Análises de Coliformes Totais com Resultado Fora do Padrão	11
Q28	Quantidade Mínima de Amostras Obrigatórias para Coliformes Totais	1.464
F05	Receita Operacional Total	R\$ 2.777.008,00/ano
F02	Receita Operacional Direta	R\$ 2.777.008,00/ano
F07	Receita Operacional Direta de Água Exportada (Bruta ou Tratada)	0,0
F06	Arrecadação Total	R\$ 2.736.852,00/ano
F17	Despesas Totais com Serviços	R\$ 2.149.297,00/ano
F15	Despesas de Exploração	R\$ 2.149.297,00/ano
B01	Ativo Circulante ¹⁶	R\$ 983.422,37
B05	Passivo Circulante ⁷	R\$ 402.927,37
B10	Realizável a longo prazo	Sem informações
B03	Exigível a longo prazo	Sem informações
B06	Patrimônio Líquido ¹⁷	R\$ 7.101.302,52

¹⁶ Informações disponibilizadas diretamente pelo SIMAE, entretanto, considerando tratar-se de contabilidade pública, os termos “ativo circulante” e “passivo circulante” são denominados “ativo financeiro” e “passivo financeiro”, respectivamente.

¹⁷ Informação disponibilizada diretamente pelo SIMAE, não disponível no SNIS de 2008.

Tabela 16. Dados do ano de 2008 sobre o SIMAE Capinzal/Ouro (continuação)

Cód. SNIS	Descrição	Valor
B04	Lucro Líquido ¹⁸	R\$ 580.494,80

Fonte: SNSA (2010)

No Quadro 21 são apresentadas informações acerca da origem dos dados que compõem as variáveis.

¹⁸ Informação disponibilizada diretamente pelo SIMAE com a denominação “superávit”, visto tratar-se de contabilidade pública.

Variável		Regra de processamento	Origem
A26	População Urbana atendida	= A13 x taxa média de hab/domicílio (tax)	Ver dados que compõem a variável
A13	Quantidade de economias residenciais ativas na zona urbana	Dado de entrada	Dados de campo
Tax	Taxa média de habitantes por domicílio	Dado de entrada	Obtida no Censo do IBGE do ano 2000.
G06a	População Total urbana dos Municípios	Dado de entrada	Estimada a partir dos dados do Censo do IBGE do ano 2000.
A06	Volume total de água produzido	Dado de entrada	Macromedidores
A11	Volume Total de água Faturado	Dado de entrada	Processo de faturamento
A10	Volume Total de água consumido	Dado de entrada	Micromedidores
A17	Volume de água bruta Exportado	Dado de entrada	Não aplicável ao SIMAE
A18	Volume de água Tratado Importado	Dado de entrada	Não aplicável ao SIMAE
A19	Volume de água tratada Exportado	Dado de entrada	Não aplicável ao SIMAE
A24	Volume de água de Serviço	Dado de entrada	Macromedidores
A02*	Quantidade de ligações ativas de água	Dado de entrada	Dado de campo.
A04*	Quantidade de ligações ativas de água micromedidas	Dado de entrada	Dado de campo.
Q06 Q08 Q26	Quantidade de Amostras Analisadas para Aferição de Cloro Residual, turbidez e coliformes fecais	Dado de entrada	Registros manuais, sob responsabilidade do setor operacional da ETA

Quadro 21. Composição e origem das variáveis – Indicadores para Regulação (continua).

Variável		Regra de processamento	Origem
Q07 Q09 Q27	Quantidade de Amostras para Análises de Cloro Residual, Turbidez e Coliformes Fecais com Resultado fora do Padrão	Dado de entrada	Registros manuais, baseados em resultados de análises físico-químicas e bacteriológicas realizadas a partir de métodos padronizados.
Q20 Q19 Q28	Quantidade Mínima de Amostras Obrigatórias para Análises de Cloro Residual, Turbidez e coliformes fecais	Dado de entrada	Portaria nº518/04 do Ministério da Saúde.
F05	Receita Operacional Total	Dado de entrada	Processo de faturamento/tarifas
F02	Receita Operacional Direta	Dado de entrada	Processo de faturamento/tarifas
F07	Receita Operacional Direta de Água Exportada (Bruta ou Tratada)	Dado de entrada	Não aplicável ao SIMAE
F06	Arrecadação Total	Dado de entrada	Apuração dos valores efetivamente pagos
F17	Despesas Totais com Serviços	Dado de entrada	Balanço da autarquia
F15	Despesas de Exploração	Dado de entrada	Balanço da autarquia
B01	Ativo Circulante	Dado de entrada	Balanço patrimonial
B05	Passivo Circulante	Dado de entrada	Balanço patrimonial
B10	Realizável a longo prazo	Dado de entrada	Dado não coletado pelo SIMAE
B03	Exigível a longo prazo	Dado de entrada	Dado não coletado pelo SIMAE
B06	Patrimônio Líquido	Dado de entrada	Balanço patrimonial
B04	Lucro Líquido	Dado de entrada	Balanço patrimonial

Quadro 21. Composição e origem das variáveis – Indicadores para Regulação (continuação).

As variáveis A06, A10 e A24 provêm de informações relacionadas à medição por meio de macro ou micromedidores. Tais equipamentos, conforme já anteriormente mencionado, não são objeto de rotinas de calibração/aferição pré-estabelecidas, o que inviabiliza a menção do nível de exatidão dos dados. Quanto à confiabilidade, considera-se as fontes de dados pouco confiáveis, por conseguinte, os indicadores relacionados a esses dados também o são.

Os dados obtidos a partir do Censo do IBGE, por tratar-se de órgão oficial responsável por essa atividade no Brasil, consideram-se que esses dados (Tax e G06a) confiáveis.

Os registros provenientes da ETA (Q06, Q08, Q26, Q07, Q09, Q27) são considerados confiáveis, especialmente porque as análises realizadas nas amostras coletadas seguem rotinas padronizadas e reconhecidas internacionalmente (Standard Methods).

Na Tabela 17, a seguir, são apresentados os resultados do desempenho do SAA Capinzal/Ouro. As equações para cálculo de cada um dos indicadores abaixo apresentados constam no APÊNDICE D.

Os resultados obtidos para os indicadores I013 e I049, relativos às perdas de faturamento e distribuição, respectivamente, revelam que apesar das perdas de água no sistema superarem o intervalo de referência recomendado pela agência reguladora de Portugal (20%), esses índices são inferiores à média nacional para prestadores de serviços similares ao SIMAE. As perdas de faturamento, ou seja, os volumes debitados dos consumidores são relativamente baixos (5%). Isso ocorre devido à cobrança do volume mínimo praticado no SIMAE, o qual cobre, em parte, as perdas de água no sistema. Além disso, as baixas perdas de faturamento também estão associadas ao elevado índice de hidrometração do sistema, onde todos os consumidores possuem medidores de vazão instalados, conforme o indicador I009.

Quanto aos indicadores relacionados às análises de qualidade da água tratada, observa-se que os índices são satisfatórios, visto que atendem aos requisitos impostos pela Portaria MS nº518/04, com exceção da quantidade mínima de amostras coletadas para análise de coliformes fecais.

Os indicadores econômico-financeiros para o sistema do SIMAE permitem concluir que apesar das despesas de exploração por m³ de água faturada superar em 22% a média nacional para esse tipo de prestador de serviço, a tarifa média (R\$/m³) praticada pelo SIMAE é cerca de 13% inferior à média nacional.

Tabela 17. Resultados dos Indicadores de Regulação para o SIMAE Capinzal/Ouro

Categoria/ Código		Descrição do Indicador	Resultado
Operacional	I013	(Reg 01) Índice de Perdas de faturamento (%)	5,78
	I049	(Reg 02) Índice de Perdas na Distribuição (%)	25,36
	I023	(Reg 03) Índice de atendimento urbano (%)	97,54
	I009	(Reg 04) Índice de hidrometração (%)	100
	-	(Reg 05) Densidade de vazamentos (vazam./1000 lig.)	*
Qualidade	ICA01	(Reg 06) Descontinuidade dos serviços	*
	ICA02	(Reg 07) Interrupções dos serviços (%)	*
		(Reg 08) Incidência de análises fora do padrão (%)	
	I075	(a) cloro residual livre	0,06
	I076	(b) turbidez	0,50
	I084	(c) coliformes totais	0,78
		(Reg 09) Cumprimento da quantidade de análises exigidas pela norma (%)	
	I079	(a) cloro residual livre	>100,0
	I080	(b) turbidez	>100,0
	I085	(c) coliformes totais	96,11
	-	(Reg 10) Densidade de reclamações de água (Reclam./1000 lig)	*
	-	(Reg 11) Quantidade de solicitações de serviços de água por ligação (%)	*
-	(Reg 12) Atendimento em tempo às reclamações (%)	*	

Tabela 17. Resultados dos Indicadores de Regulação para o SIMAE Capinzal/Ouro

Categoria/ Código		Descrição do Indicador	Resultado
Economico – Financeiro	I005	(Reg 13) Tarifa média de água (R\$/m ³)	2,34
	I012	(Reg 14) Índice de desempenho financeiro (%)	129,21
	I003	(Reg 15) Despesa de exploração por m ³ faturado (R\$/m ³)	1,81
	I026	(Reg 16) Índice de evasão de receitas (%)	1,45
	I066	(Reg 17) Rentabilidade sobre o patrimônio líquido (%)	8,90
	I062	(Reg 18) Liquidez geral (%)	*

*Indicadores não obtidos para o SIMAE Capinzal/Ouro em virtude da ausência de dados necessários ao cálculo dos mesmos.

Ademais, os indicadores de desempenho financeiro e rentabilidade sobre patrimônio líquido também são maiores para o SIMAE comparativamente à média nacional.

As principais deficiências de informações estão relacionadas ao registro das interrupções no abastecimento, a densidade de vazamentos e ao registro do atendimento aos consumidores (reclamações/solicitações). Identifica-se, portanto, a necessidade de melhorias no sistema que possibilitem o registro dessas informações, com destaque para os investimentos relacionados à gestão do sistema e em sistemas de informação.

Apesar dos dados disponíveis para o SIMAE possibilitarem o cálculo da maioria dos indicadores de regulação propostos pela ABAR, convém destacar que esses dados, conforme já comentado anteriormente, são, em sua maioria, pouco confiáveis.

5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades de planejamento e regulação, de forma geral, dependem substancialmente de informações e dados confiáveis acerca do sistema ao qual serão aplicadas.

A metodologia para planejamento tático de serviços de abastecimento de água desenvolvida neste trabalho consistiu, basicamente, na aplicação associada do roteiro proposto pela ISO 24.512:2007 com um método de tomada de decisão multicriterial.

Além de propiciar a elaboração de planos táticos para esses serviços, os quais servirão de base para a construção dos planos operacionais, o método ora proposto também pode ser aplicado para fins de auditoria de desempenho nos sistemas de abastecimento de água.

A partir da aplicação dessa metodologia, destacam-se as conclusões abaixo arroladas:

(i) Identificação de setores operacionais críticos através de um processo participativo

A definição dos setores operacionais críticos (hierarquização), não obstante o desempenho verificado por meio dos indicadores selecionados, é influenciada sobremaneira pela ponderação dos critérios de planejamento dada pelos tomadores de decisão.

Conforme verificado neste trabalho, alguns setores, como São Roque, por exemplo, apesar de terem apresentado índices elevados de água não faturada em termos de volume (perdas de água), o que é indesejável, no resultado final da hierarquização não apresentaram-se como prioritários à adoção de intervenções. Isso se deve à ponderação dos critérios adotada pelos tomadores de decisão (nesse caso, os especialistas consultados), visto que priorizaram outros critérios, nos quais o desempenho desses setores foi melhor.

(ii) Previsão e avaliação das metas

A metodologia proposta permite estimar as melhorias em períodos de médio e longo prazo, bem como avaliar os ganhos obtidos a partir das intervenções realizadas a nível operacional.

(iii) Resultados da pesquisa Delphi

Acerca dos resultados obtidos com a pesquisa delphi, no qual verificou-se o julgamento intuitivo de um grupo de especialistas para os critérios de planejamento adotados neste trabalho, observou-se que o critério relacionado à disponibilização de quantidade suficiente de água aos usuários (C1) é considerado mais relevante para os entrevistados, correspondendo a cerca de 41% do peso total de todos os critérios.

Tal priorização no planejamento pode ser estendida à regulação do sistema e, dessa forma, a redução nos índices de falta de água deve ser uma das questões prioritárias das agências reguladoras, devendo manter avaliações permanentes junto aos operadores, estabelecendo planos de compromissos para regularização do abastecimento, quando de problemas estruturais (falta de infra-estrutura adequada) e planos de contingências até a sua regularização.

A pesquisa também apontou como prioritário o critério relacionado às perdas de água (C4), uma vez que foi atribuído a esse critério 25% do peso total, demonstrando-se também expressivo no processo de tomada de decisão.

Isto posto, para o planejamento de um sistema de abastecimento de água que considere os critérios e os resultados apresentados nesta dissertação, os setores operacionais prioritários ao recebimento de intervenções seriam aqueles que apresentassem os piores desempenhos na disponibilização de água e no combate às perdas.

Não obstante a priorização do critério relacionado às perdas, convém destacar que essas perdas por vazamentos estão diretamente ligadas aos custos operacionais, como, energia elétrica e produtos químicos, e de equipes de reparo de vazamentos e fazem parte da matriz de custo operacional e, por consequência, estão relacionados à indicadores econômico-financeiros.

(iv) Identificação de problemas operacionais pontuais

A aplicação de indicadores de desempenho por setor operacional permitiu a visualização das fragilidades operacionais inerentes a cada um desses setores, sejam elas relacionadas à pequena capacidade de reserva de água, ao elevado índice de perdas, à superação da pressão máxima estabelecida em norma ou ao consumo elevado de energia.

(v) reservatórios operando como caixas de passagem

A partir do cálculo do indicador relativo à capacidade de reserva de água tratada, observou-se que alguns dos reservatórios existentes no sistema de abastecimento estudado garantem uma autonomia aos setores por ele abastecidos de algumas horas, caracterizando-os como reservatórios de passagem, a exemplo dos reservatórios R1 e R9.

(vi) Pressões máximas

Constatou-se que em cerca de 50% dos ramais atendidos pelo sistema avaliado a pressão estática é superior à máxima recomendada. Valores elevados de pressão aumentam a incidência de danos aos componentes da rede e, conseqüentemente, elevam as perdas reais.

(vii) ausência de dados primários para composição dos indicadores de desempenho

Em ambas as aplicações, planejamento e regulação, indicadores essenciais não puderam ser calculados devido à inexistência de dados. Especial destaque para os indicadores que necessitam da separação entre perdas reais e aparentes, indicadores relativos ao registro de interrupções do sistema e reclamações dos usuários.

A quantificação das perdas reais necessita de equipamentos de pressão para obtenção de dados de campo. Apesar da SIMAE possuir tais equipamentos, não há uma sistemática e equipe formada voltada a essas ações.

Para o registro de reclamações, há necessidade da implantação de instrumentos mais adequados de comunicação com a população, tais como ouvidorias e audiências públicas, além da adoção de procedimentos padronizados para o registro dessas informações.

Destaca-se, ainda, a dificuldade de aplicação dos indicadores de desempenho no planejamento do sistema, visto que as informações, especialmente econômico-financeiras, não estão setorizadas.

(viii) confiabilidade dos dados disponibilizados

Em vista da ausência de rotinas de calibração para os equipamentos que geram parte dos dados utilizados no cálculo dos indicadores, especialmente quanto aos equipamentos de macro e micromedicação, a confiabilidade das fontes de dados é considerada

precária, segundo o método utilizado. Além disso, não é possível fazer qualquer afirmação acerca do erro associado aos dados.

A ausência e a falta de confiabilidade dos dados de interesse específico da regulação pode ser uma barreira na implantação de sistemas de indicadores para o controle social da prestação dos serviços.

Conforme dito por Piza e Paganini (2006), para que a agência reguladora possa desenvolver o seu papel, alguns procedimentos básicos, como rotinas operacionais registradas, devem ser exercidas pelos operadores, de forma a permitir auditorias, no sentido de garantir a prestação dos serviços.

Sendo assim, mesmo que se disponha de informações para a composição de todos os indicadores selecionados, a pouca confiabilidade desses dados não assegura que o desempenho verificado represente a situação real.

(ix) sugestões à proposta de indicadores da ABAR

O rol de indicadores proposto pela ABAR para a regulação dos serviços de abastecimento de água, apesar de propiciar uma visão geral do sistema dos pontos de vista operacional, de qualidade e econômico-financeiros, considera-se que alguns indicadores poderiam ser agregados ao conjunto.

Destaque para a ausência de indicadores relacionados às pressões mínimas e máximas disponibilizadas aos usuários, bem como ao consumo e custos envolvidos com energia.

Outros indicadores relevantes a serem considerados, dada a pouca confiabilidade das fontes de dados observada no sistema ora analisado, seriam aqueles relacionados à frequência de calibração e inspeção dos equipamentos de monitoramento e controle, tais como medidores de vazão, pressão e de nível d'água.

6 BIBLIOGRAFIA

ADERASA – Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas. **Ejercicio Anual de Evaluación Comparativa de Desempeno: 2007**. Buenos Aires, 2008. Disponível em: <www.aderasa.org>. Acessado em 04/09/2009.

ALEGRE, H. et al. **Performance Indicators for Water Supply Services** (versão original), IWA, 2000. Traduzido e Adaptado por ALEGRE, H.; DUARTE, P.; BAPTISTA, J. M. Indicadores de Desempenho para Serviços de Abastecimento de Água. LNEC e IRAR, Portugal, 2004.

ALEGRE, H, et al. **Performance Indicators for water supply services**. Manual of Best Practice Series. 2ª edição. Londres: IWA Publishing, 2006.

ALEGRE, H.; COVAS, D. I. C. **Reabilitação de Sistemas de Adução e Distribuição de Água**: Versão Preliminar. Série Guias Técnicos. LNEC e IRAR, Portugal: LNEC, 2009.

BRAGA, R., MONTEIRO, C. **Planejamento Estratégico Sistêmico para instituições de ensino**. São Paulo: Hoper, 2005.

BRASIL. Lei nº 8.987. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. Publicada no DOU de 14 de fevereiro de 1995.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Publicada no DOU de 08 de janeiro de 2007 e retificada no DOU de 11 de janeiro de 2007.

BRITTO, A. L. **Gestão de Serviços de Saneamento em Áreas Metropolitanas**: as alternativas existentes diante da necessidade de universalização dos serviços e preservação da qualidade ambiental. II Encontro da ANNPAS, GT11 Cidade e Sustentabilidade, São Paulo, 2004.

CONCEIÇÃO, R. **Dos direitos e garantias fundamentais e a continuidade do serviço público essencial**. Jus Navigandi, Teresina, ano 8, n. 146, 2003. Disponível em: <<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=4520>>. Acessado em 05 jul. 2010.

DE ROLT, M. I. P. **O Uso de Indicadores para a Melhoria da Qualidade em Pequenas Empresas**. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

EHRlich, P. J. **Modelos Quantitativos de Apoio às Decisões I**. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v.36, n.1, p. 33-41, 1996a.

EHRlich, P. J. **Modelos Quantitativos de Apoio às Decisões II**. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v.36, n.2, p. 44-52, 1996b.

ENSSLIN, S. R. **A Estruturação no Processo Decisório de Problemas Multicriterios Complexos**. Dissertação (mestrado) Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1995.

ERSAR – Entidade Reguladora de Serviços de Águas e Resíduos. **Relatório Anual do Sector de Águas e Resíduos em Portugal 2008**. Portugal, 2009.

FLORISSI, E. **Desenvolvimento urbano sustentável**: um estudo sobre sistemas de indicadores de sustentabilidade urbana. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Urbano, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

GALVÃO JR., A.C.; PAGANINI, W.S. **Aspectos conceituais da regulação dos serviços de água e esgoto no Brasil**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v.14, n.1, jan/mar 2009, p. 79-88.

GALVÃO JR.; A. C.; XIMENES, M. M. A. F. [Org.]. **Indicadores**. In: Regulação: normatização da prestação de serviços de água e esgoto . Fortaleza : Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará - ARCE, p. 496-510, 2008.

GIROL, G. V. **Análise de perdas reais em um setor do sistema de abastecimento de água no município de Capinzal – SC**. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

GHALAYINI, A. M.; NOBLE, J. S. **The changing basis of performance measurement**. International Journal of Operations & Production Management, v.16, n. 8, p. 63-80, 1996.

GOMES, C.F.S., ROCHA, M.A.L. **Aplicação da Modelagem de Preferências no Apoio à Decisão Multicritério**. In: XVII ENEGEP, Gramado, RS, 1997.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. **Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério**. 3ª. Edição. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2009. 324 p.

IB-NET. The International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities: How Does IBNET Works. Apresenta informações sobre o IBNET. Disponível em: <<http://www.ib-net.org>>. Acessado em: 02/09/2009.

ISO 24512:2007. **Service activities relating to drinking water and wastewater: Guidelines for the management of drinking water utilities and for the assessment of drinking water services.**

JANNUZZI, P. M. **Indicadores sociais no Brasil: Conceitos, fontes de dados e aplicações.** Campinas: Alínea, 2001.

KUN, O. B.; TALIB, S. A.; REDZWAN, G. **Establishment of Performance Indicators for Water Supply Services Industry in Malaysia.** Malaysian Journal of Civil Engineering 19(1) p. 73-83, 2007.

KUSTERKO, S. K. **Uso de indicadores de desempenho como auxílio nos estudos de eficiência energética em sistemas de abastecimento de água.** Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009, 92 p.

LOOTSMA, F. A. **Multi-Criteria Decision Analysis via Ratio and Difference Judgement.** Kluwer Academic Publishers. Netherlands, Capítulo 3, p.53-92. 1999. Disponível em: <http://www.springerlink.com>. Acessado em: 08/09/2009.

LOUREIRO, A. L. **Gestão dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Estado da Bahia**: análise de diferentes modelos. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, Salvador, 2009.

MADEIRA, R. F. **O setor de saneamento básico no Brasil e as implicações do marco regulatório para a universalização do acesso**. Revista do BNDES 33, p. 123-154, junho 2010.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; CORDEIRO NETTO, O. M.; NASCIMENTO, N. O. **Os indicadores como Instrumentos Potenciais de Gestão das Águas no Atual Contexto Legal-Institucional do Brasil**: Resultados de um Painel de Especialistas. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Volume 8, n.4, 49-67, 2003.

MALHEIROS, T. F.; PHILIPPI JR., A.; COUTINHO, S. M. V. **Interfaces dos Serviços de Água e Esgoto**. In: Regulação: indicadores para a prestação de serviços de água e esgoto. 2.ed. Alceu de Castro Galvão Júnior, Alexandre Caetano da Silva, Editores.- Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora Ltda., 2006.

MARCKA, E. **Indicadores de Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água**: DTA A2. Revisão. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água - PNCDA, Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, Brasília, DF, 2004.

MARQUES NETO, F. A. **Prefácio**. In: Regulação: normatização da prestação de serviços de água e esgoto. [Organizadores] Alceu de Castro Galvão Junior, Marfisa Maria de Aguiar Ferreira Ximenes. - Fortaleza : Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará - ARCE, 2008.

MIRANDA, E. C. **Avaliação de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água**: Indicadores de Perdas e Metodologias para Análise de Confiabilidade. 2002. 200 f. Dissertação (Mestrado - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental), Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2002.

MIRANDA, E. C. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS**. In: Regulação: indicadores para a prestação de serviços de água e esgoto. 2.ed. Alceu de Castro Galvão Júnior, Alexandre Caetano da Silva, Editores.- Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora Ltda., 2006.

MOLINARI, A. J. **Manual de Indicadores de Gestión para Agua Potable y Alcantarillado Sanitário**. ADERASA, 2007a. Disponível em: www.aderasa.org Acessado em 04/09/2009.

MOLINARI, A. J. **Benchmarking**: Regulación por Comparación en el Servicio Sanitario. In: Hydria, Buenos Aires, Ano 3, nº 12, p. 14-16, agosto de 2007b.

MONTIBELER Filho, G. **O Mito do Desenvolvimento Sustentável: Meio Ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias**. 3. ed. rev. e atual. – Florianópolis: Ed. da UFSC, 2008.

MOREIRA, D. A. **Dimensões do Desempenho em Manufatura e Serviços**. São Paulo (SP): Pioneira, 1996.

NOGUEIRA, C. W.. **A Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão Analytic Hierarchy Process (AHP)** : Um Estudo de Caso na Priorização de Traçado de Pavimentação de uma Estrada.. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

OFWAT – Office of Water Service. **Levels of service for the water industry in England and Wales: 2006-07 Report.** UK, Office of Water Services, 2007.

OFWAT – Office of Water Service. **International Comparison of Water and Sewerage service:** Report. 2005. Disponível em: <www.ofwat.gov.uk>. Acessado em: 02/09/2009.

OHIRA, T. H. **Fronteira de eficiência nos serviços de saneamento no Estado de São Paulo.** 2005. 124 f.. Dissertação (Mestrado em Ciências – área de concentração: Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba (SP), 2005.

OLIVEIRA, D. P. R.. **Planejamento estratégico:** conceito, metodologia e práticas. 7. ed. atual. e ampl. São Paulo: Atlas, 1993.

PEREIRA, M. J. L. B.; FONSECA, J. G. M.. **Faces da decisão:** as mudanças de paradigmas e o poder da decisão. São Paulo: MAKRON BOOKS, 1997.

PEREIRA JR., J. S. **Saneamento básico no Brasil:** evolução institucional e a Lei nº 11.445/2007. Cadernos ASLEGIS nº 34, maio/agosto de 2008. Disponível em: <http://www.aslegis.org.br/aslegis/images/cadernos/Cadernos34/04%20revista34_saneamento%20basico%20no%20brasil%20p%2065_78.pdf> Acessado em 06/07/2010.

PIRES, J. C. L.; PICCININI, M. S. **A regulação dos setores de infraestrutura no Brasil.** Rio de Janeiro: BNDES; 1999. p. 217-260. Disponível em <http://www.bndes.gov.br>. Acessado em 20 de setembro de 2010.

PIZA, F. J. T.; PAGANINI, W. S. **Uma proposta de Indicadores**. In: Regulação: indicadores para a prestação de serviços de água e esgoto. 2.ed. Alceu de Castro Galvão Júnior, Alexandre Caetano da Silva, Editores.- Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora Ltda., 2006.

QUADROS, S.; ROSA, M. J.; ALEGRE, H. **Avaliação de desempenho de Estações de Tratamento de Águas Residuais Urbanas**: Proposta de Indicadores de Avaliação de Desempenho Global. In: 13º Encontro Nacional de Saneamento Básico – ENASB, 2008, Covilhã/Portugal.

RAMOS, P. R. **Modelo para outorga de uso da água utilizando a metodologia multicritério de apoio à decisão**: estudo de caso da Bacia Hidrográfica do rio Cubatão do Sul. Tese (Doutorado)- Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

ROSATELLI, M. C.. **Metodologia de Apoio à Tomada de Decisão: uma Abordagem Multicritério**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1992.

SAATY, T. L. **Decision Making**: The Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP). Journal of Systems Science and Systems Engineering. Vol. 13, No. 1, pp1-35, March, 2004.

SAATY, T. L., VARGAS, L. G. **Decision Making with the Analytic Network Process**: Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Costs and Risks. Springer Science, USA, 2006. Disponível em: <<http://www.springerlink.com>>. Acessado em: 08/09/2009.

SANTA CATARINA, R. **Regulação Econômica do Serviço de Distribuição de Gás Natural Canalizado no Brasil**. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

SÃO PAULO. Lei n. 14.173, de 26 de junho de 2006. Estabelece indicadores de desempenho relativos à qualidade dos serviços públicos no município de São Paulo e dá outras providências. Publicada em 09/12/2006.

SEGNESTAM, L. **Environmental Performance Indicators: A Second edition Note**. Environmental Economics Series. Washington DC: The World Bank Group, 1999. n 71.

SCHMIDT, A. M. A.. **Processo de Apoio à Tomada de Decisão: Abordagens: AHP e MACBETH**. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

SILVA, C. D. P. **Aplicação de Medidas de Avaliação de Desempenho a Estações de Tratamento de Água da Águas do Algarve**. Plano de Tese (Mestrado em Engenharia do Ambiente). Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente. Universidade do Algarve, Faro, 2007.

SILVA, R. T. **Aspectos Conceituais e Teóricos**. In: Regulação: indicadores para a prestação de serviços de água e esgoto. 2.ed. Alceu de Castro Galvão Júnior, Alexandre Caetano da Silva, Editores.- Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora Ltda., 2006.

SILVA, A. C.; SOBRINHO, G. B. **Regulação dos Serviços de Água e Esgoto**. In: Regulação: indicadores para a prestação de serviços de água e esgoto. 2.ed. Alceu de Castro Galvão Júnior, Alexandre Caetano da Silva, Editores.- Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora Ltda., 2006.

SIMAE – Serviço Intermunicipal de Águas e Esgotos. RT Capinzal.pdf. Dados relativos aos meses de Janeiro a Dezembro de 2008. Capinzal, 2008.

SNSA - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**: Diagnóstico dos serviços de água e esgoto – 2006. Brasília, MCIDADES.SNSA, 2007.

SNSA - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**: diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2008. Brasília, MCIDADES.SNSA, 2010.

SOUTO, M. J. V. **O Marco Regulatório do Saneamento Básico e o Poder Normativo das Agências Reguladoras**. In: Regulação: normatização da prestação de serviços de água e esgoto. [Organizadores] Alceu de Castro Galvão Junior, Marfisa Maria de Aguiar Ferreira Ximenes. - Fortaleza : Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará - ARCE, 2008

Van Den BERG, C.; DANILENKO, A.. **IBNET**: A Global Database of the Water Sector's Performance. Water Utility Management International, 2008. Disponível em: <<http://www.iwaponline.com/wumi/00302/0008/003020008.pdf>> Acessado em: 02/09/2009.

VIEIRA, P, et al. **Proposta de Indicadores de Desempenho de Estações de Tratamento de Água**. In: 12º Encontro Nacional de Saneamento Básico, Cascaes, 2006.

WRIGHT, J. T. C.; GIOVINAZZO, R. A. **Delphi**: uma Ferramenta de Apoio ao Planejamento Prospectivo. Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo, v.1, nº 12, 2000.

XIMENES, M. M. A. F. **A ABAR e a Construção de Instrumentos para a Regulação**. In: Regulação: indicadores para a prestação de serviços de água e esgoto. 2.ed. Alceu de Castro Galvão Júnior, Alexandre Caetano da Silva, Editores.- Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora Ltda., 2006.

ZUFFO, A. C.. **Seleção e aplicação de métodos multicriteriais ao planejamento ambiental de recursos hídricos**. Tese (Doutorado). – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

APÊNDICE A - Perfil dos Especialistas Consultados

Perfil dos especialistas que participaram do processo de ponderação de critérios de planejamento tático – método Delphi.

Nº	Área de atuação	Experiência em SAA	Cargo atual
1	Autarquia de Saneamento	29 anos	Coordenador Técnico
2	Companhia de Saneamento	9 anos	Engenheiro - setor de abastecimento de água
3	Autarquia de Saneamento	19 anos	Coordenador Administrativo
4	Ministério do Planejamento	5 anos	Engenheiro sanitarista
5	Empresa de Saneamento	15 anos	Gerente de Holding
6	Companhia de Saneamento	10 anos	Gerente de Produção e Controle da Qualidade
7	Companhia de Saneamento	10 anos	Engenheiro – setor de abastecimento de água
8	Autarquia de Saneamento	12 anos	Diretor Técnico

APÊNDICE B - Questionário da 1ª. Rodada do Delphi**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
AMBIENTAL**

Florianópolis, 01 de abril de 2010

Prezado Sr.(a),

Venho por meio deste solicitar sua colaboração no preenchimento do questionário anexo, o qual é parte integrante da pesquisa que estou desenvolvendo, em nível de mestrado, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da UFSC.

A referida pesquisa tem como objetivo principal avaliar a aplicação associada da norma ISO 24512:2007 e de um método de decisão multicriterial no planejamento tático para reabilitação de sistemas de abastecimento de água. Para isso, uma das etapas do estudo envolve a definição da importância dos critérios selecionados à priorização dos setores que deverão ser reabilitados.

A ponderação desses critérios, a qual é o objeto do questionário que acompanha esta carta de apresentação, seguirá o método Delphi que consiste, em linhas gerais, na consulta a um grupo de especialistas por meio de um questionário, o qual é repassado continuadas vezes até que seja obtida uma convergência das respostas que represente uma consolidação do julgamento intuitivo do grupo.

A seqüência básica de desenvolvimento do método Delphi é apresentada a seguir:

- Seleção dos especialistas da área que serão convidados à participar da pesquisa;
- 1ª rodada: envio do questionário aos especialistas por correio eletrônico. O prazo para devolução das respostas será de uma semana. Caso o especialista não tenha enviado suas respostas

no prazo sugerido, será efetuado contato com o mesmo solicitando o envio das respostas;

- Após o recebimento das respostas, os dados serão tabulados e sua convergência analisada;
- O resultado da 1ª rodada será enviado aos especialistas, dando-se início a 2ª rodada. Nessa nova rodada são apresentadas a cada um dos especialistas a resposta individual dada na rodada anterior e a resposta do grupo (como um todo), sendo solicitado que o mesmo avalie sua posição em relação a do grupo. O prazo para envio dessas respostas também será de uma semana;
- Com o recebimento das respostas, os dados serão novamente tabulados e sua convergência analisada.
- O processo segue até que seja obtida a convergência satisfatória nas respostas.
- Ao final é enviado aos participantes o resultado da pesquisa e as conclusões gerais.

Desse modo, reforço a importância de sua participação no preenchimento do questionário anexo para a conclusão da minha dissertação.

Agradeço desde já pela colaboração.

Atenciosamente,

Daniela Mara Hoffmann Zimmermann
Mestranda do PPGEA/UFSC

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
AMBIENTAL**

Contatos:

Daniela Mara Hoffmann Zimmermann; e-mail:

danielamhz@gmail.com; telefone: (48) 8405-2468

Prof. Dr. César Augusto Pompeo; e-mail: pompeo@ens.ufsc.br

Prof. Dr. Peter Batista Cheung; e-mail: pcheung@nin.ufms.br

O estudo proposto visa à avaliação da aplicação associada da norma ISO 24512:2007 e de um método de decisão multicritério no planejamento tático para reabilitação de sistemas de abastecimento de água. Nesse contexto, foram adotados como objetivos estratégicos à prestação dos serviços de abastecimento de água: a sustentabilidade da entidade gestora, a proteção do meio ambiente e o fornecimento de serviços em condições satisfatórias aos usuários.

À implementação da norma ISO 24512:2007, relativa à gestão e avaliação dos sistemas de abastecimento de água, requer, dentre outros aspectos, a adoção de critérios de análise, os quais devem estar diretamente relacionados aos objetivos inicialmente definidos. Isto posto, foram estabelecidos 05 (cinco) critérios voltados ao planejamento tático para reabilitação dos sistemas de abastecimento, quais sejam:

- C1) Adequação da quantidade de água em situação normal de atendimento;
- C2) Adequação das pressões em situação normal de atendimento;
- C3) Adequação dos proveitos aos custos, incluindo os investimentos em reabilitação;
- C4) Adequação dos níveis de perdas de água;
- C5) Adequação dos consumos de energia.

Com relação ao critério C2, estabeleceram-se, ainda, 02 (dois) subcritérios, são eles: C2a) adequação das pressões mínimas em situação normal de atendimento; e C2b) adequação das pressões máximas em situação normal de atendimento.

A aplicação desses critérios em um método de análise multicritério de apoio à decisão requer, por sua vez, a ponderação dos mesmos. Desse modo, propõe-se que a ponderação seja estabelecida a

partir do julgamento dos critérios aos pares, mediante o uso de uma escala de intensidade, conforme apresentada na tabela 01. Tal julgamento, por conseguinte, é o alvo da pesquisa de opinião ora pretendida.

Tabela 01 – Escala de Intensidade para julgamento dos critérios

Intensidade da importância	Explicação
Igual	Os dois critérios são igualmente importantes para o objetivo
Pequena	A experiência e o julgamento favorecem levemente um critério em relação ao outro.
Grande	A experiência e o julgamento favorecem fortemente um critério em relação ao outro.
Muito Grande	Um critério é fortemente favorecido em relação ao outro e sua dominância é demonstrada na prática.
Absoluta	Um critério é extremamente importante em relação ao outro.

Isto posto, dados os critérios e a escala de intensidade para julgamento, o preenchimento da planilha anexa deve ocorrer da seguinte forma: o participante deverá comparar o critério apresentado na Coluna A com o da Coluna B, selecionando qual deles tem preferência com relação à reabilitação de sistemas de abastecimento de água (anotar “A” ou “B” na primeira coluna à esquerda). Posteriormente, deverá atribuir uma importância relativa através da seleção da intensidade em cada uma das comparações (igual, pequena, grande, muito grande ou absoluta), mediante a marcação de um “X” no campo correspondente. Nos casos em que o participante considerar que ambos os critérios apresentam igual importância, não deve ser assinalada (“A” ou “B”) a preferência (primeira coluna à esquerda), bastando proceder a anotação no campo relativo à intensidade de importância “igual”.

Caso o participante julgue necessário, poderão ser acrescentadas observações, críticas e/ou sugestões logo após o quadro. Por fim, convém esclarecer que esse processo de ponderação dos critérios baseia-se no método Delphi, cujo detalhamento consta na carta de apresentação que acompanha este questionário.

Nome:
Telefone:
Formação:
Área de atuação:
Cargo:

Email:

Tempo de atuação:

Prioridade: A ou B?	COLUNA A	Intensidade de Importância					COLUNA B
		Igual	Pequena	Grande	Muito grande	Absoluta	
	CRITÉRIOS						CRITÉRIOS
	(C1) Adequação da quantidade de água em situação normal						(C2) Adequação das pressões em situação normal
	(C1) Adequação da quantidade de água em situação normal						(C3) Adequação dos proveitos aos custos, incluindo os investimentos em reabilitação
	(C1) Adequação da quantidade de água em situação normal						(C4) Adequação dos níveis de perdas de água
	(C1) Adequação da quantidade de água em situação normal						(C5) Adequação dos consumos de energia
	(C2) Adequação das pressões em situação normal						(C3) Adequação dos proveitos aos custos, incluindo os investimentos em reabilitação
	(C2) Adequação das pressões em situação normal						(C4) Adequação dos níveis de perdas de água

(C2) Adequação das pressões em situação normal						(C5) Adequação dos consumos de energia
(C3) Adequação dos proveitos aos custos, incluindo os investimentos em reabilitação						(C4) Adequação dos níveis de perdas de água
(C3) Adequação dos proveitos aos custos, incluindo os investimentos em reabilitação						(C5) Adequação dos consumos de energia
(C4) Adequação dos níveis de perdas de água						(C5) Adequação dos consumos de energia
SUBCRITÉRIOS						SUBCRITÉRIOS
(C2a) Adequação das pressões mínimas em situação normal						(C2b) Adequação das pressões máximas em situação normal

Observações, críticas e/ou sugestões:

APÊNDICE C - Questionário da 2ª e 3ª rodada do Delphi.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

Daniela Mara Hoffmann Zimmermann; e-mail: danielamhz@gmail.com

Prof. Dr. César Augusto Pompeo; e-mail: pompeo@ens.ufsc.br

Prof. Dr. Peter Batista Cheung; e-mail: pcheung@nin.ufms.br

Ponderação de Critérios de Planejamento Tático em Sistemas de Abastecimento de Água

O presente documento visa dar continuidade ao processo de ponderação de alguns critérios relacionados aos sistemas de abastecimento de água, o qual é parte integrante da minha pesquisa de mestrado que tem por objetivo avaliar a aplicação associada da norma ISO 24.512:2007 com um método de análise multicriterial no desenvolvimento de planos táticos em serviços de abastecimento de água.

Nesta 2ª rodada de consulta aos especialistas, apresento os resultados médios dados pelo grupo na 1ª rodada, juntamente com a resposta indicada pelo especialista naquela rodada. De posse dessas informações, o especialista deverá avaliar aquelas respostas (a sua e a média do grupo) e, se julgar apropriado, indicar a sua nova resposta para a questão (comparação entre critérios). Caso o especialista não deseje alterar seu posicionamento na(s) questão (ões), basta deixar o espaço em branco. A forma de apresentação dos critérios para julgamento dos especialistas sofreu algumas alterações, conforme pode ser visualizado no questionário a seguir, com intuito de facilitar a compreensão.

De acordo com o texto que acompanhou o questionário na 1ª rodada, a utilização do método Delphi como ferramenta para o levantamento da ponderação dos critérios visa à convergência de opiniões entre os especialistas que compõem o grupo consultado, por essa razão o questionário agora retorna aos participantes com a informação dos dados coletados na rodada anterior.

Com relação aos critérios de planejamento adotados nesta pesquisa, tendo em vista a falta de clareza relatada por alguns dos participantes, apresento a seguir uma breve explicação sobre cada um deles:

- **(C1) Adequação da quantidade de água em situação normal:** esse critério de planejamento refere-se ao fornecimento de água de forma contínua (exceto durante interrupções planejadas para manutenção do sistema ou em emergências) e em quantidade satisfatória durante a operação normal do sistema.

- **(C2) Adequação das pressões em situação normal:** esse critério trata do atendimento das pressões, tanto máxima (50 mca) como mínima (10 mca), nos pontos de consumo da rede de abastecimento.

- **(C3) Adequação dos proveitos aos custos, incluindo investimentos em reabilitação:** esse critério de planejamento está relacionado à sustentabilidade econômica do sistema e da entidade gestora, por conseguinte. Ao avaliar esse critério o especialista está avaliando a necessidade de compatibilizar os lucros aos custos de operação, implementação e manutenção do sistema.

- **(C4) Adequação dos níveis de perda de água:** o critério refere-se às perdas reais e aparentes de água ao longo do sistema de distribuição de água. Ao considerar esse critério, o especialista está avaliando a possibilidade de proporcionar melhorias no sistema que reduzam a quantidade de água não faturada no sistema.

- **(C5) Adequação dos consumos de energia:** esse critério está relacionado ao consumo de energia elétrica necessário ao bombeamento da água para distribuição. A referida adequação está associada à melhorias no sistema que propiciem a redução do nível de energia em excesso consumida pelo sistema, ou seja, desnecessária.

A título de exemplificar a comparação dos critérios, apresento a simulação dos critérios C3 e C4. Nesse caso, o especialista deve avaliar qual dos critérios é prioritário no processo de tomada de decisão para a escolha de um setor (dentro do SAA) que deverá sofrer intervenções (implementação/recuperação): se o mais relevante é a compatibilização dos lucros aos custos ou se é a redução dos níveis de perdas, ou ainda, se ambos os critérios possuem igual importância. No caso de um dos critérios julgados ser prioritário ao outro, o especialista deve ainda indicar o grau de intensidade dessa diferença entre ambos. Por fim, agradeço novamente pela sua participação no preenchimento do questionário anexo para a conclusão da minha dissertação.

Legenda: "x" azul – resposta média do grupo na rodada anterior; "x" vermelho – sua resposta na rodada anterior

Critérios (Coluna A)	INTENSIDADE DE IMPORTÂNCIA									Critérios (Coluna B)
	← cresce a importância do critério A				→ cresce a importância do critério B					
	absoluta	Muito grande	grande	pequena	Igual	Pequena	Grande	Muito grande	Absoluta	
(C1) Adequação da quantidade de água em situação normal			x							(C2) Adequação das pressões em situação normal
O grupo considerou, em média, que o critério C1 possui grande importância sobre o critério C2. O seu julgamento na rodada anterior está marcado com um "x" em vermelho. Se você desejar alterar seu julgamento marque um "x" na coluna correspondente a sua nova opinião na linha em branco (acima).										
(C1) Adequação da quantidade de água em situação normal			x							(C3) Adequação dos proveitos aos custos, incluindo os investimentos em reabilitação
O grupo considerou, em média, que o critério C1 possui grande importância sobre o critério C3. O seu julgamento na rodada anterior está marcado com um "x" em vermelho. Se você desejar alterar seu julgamento marque um "x" na coluna correspondente a sua nova opinião na linha em branco (acima).										
(C1) Adequação da quantidade de água em situação normal					x					(C4) Adequação dos níveis de perdas de água.
O grupo considerou, em média, que os critérios C1 e C4 possuem o mesmo nível de importância. O seu julgamento na rodada anterior está marcado com um "x" em vermelho. Se você desejar alterar seu julgamento marque um "x" na coluna correspondente a sua nova opinião na linha em branco (acima).										

Legenda: "x" azul – resposta média do grupo na rodada anterior; "x" vermelho – sua resposta na rodada anterior

Critérios (Coluna A)	INTENSIDADE DE IMPORTÂNCIA									Critérios (Coluna B)
	← cresce a importância do critério A				cresce a importância do critério B →					
	absoluta	Muito grande	grande	pequena	Igual	Pequena	Grande	Muito grande	Absoluta	
(C1) Adequação da quantidade de água em situação normal			x							(C5) Adequação dos consumos de energia
<p>O grupo considerou, em média, que o critério C1 possui grande importância sobre o critério C5. O seu julgamento na rodada anterior está marcado com um "x" em vermelho. Se você desejar alterar seu julgamento marque um "x" na coluna correspondente a sua nova opinião na linha em branco (acima).</p>										
(C2) Adequação das pressões em situação normal						x				(C3) Adequação dos proveitos aos custos, incluindo os investimentos em reabilitação
<p>O grupo considerou, em média, que o critério C3 é levemente mais importante que o critério C2. O seu julgamento na rodada anterior está marcado com um "x" em vermelho. Se você desejar alterar seu julgamento marque um "x" na coluna correspondente a sua nova opinião na linha em branco (acima).</p>										
(C2) Adequação das pressões em situação normal						x				(C4) Adequação dos níveis de perdas de água.
<p>O grupo considerou, em média, que o critério C4 é levemente mais importante que o critério C2. O seu julgamento na rodada anterior está marcado com um "x" em vermelho. Se você desejar alterar seu julgamento marque um "x" na coluna correspondente a sua nova opinião na linha em branco (acima).</p>										

Legenda: "x" azul – resposta média do grupo na rodada anterior; "x" vermelho – sua resposta na rodada anterior

Critérios (Coluna A)	INTENSIDADE DE IMPORTÂNCIA									Critérios (Coluna B)
	← cresce a importância do critério A				cresce a importância do critério B →					
	absoluta	Muito grande	grande	pequena	Igual	Pequena	Grande	Muito grande	Absoluta	
(C2) Adequação das pressões em situação normal				x						(C5) Adequação dos consumos de energia
O grupo considerou, em média, que o critério C2 é levemente mais importante que o critério C5. O seu julgamento na rodada anterior está marcado com um "x" em vermelho. Se você desejar alterar seu julgamento marque um "x" na coluna correspondente a sua nova opinião na linha em branco (acima).										
(C3) Adequação dos proveitos aos custos, incluindo os investimentos em reabilitação					x					(C4) Adequação dos níveis de perdas de água.
O grupo considerou, em média, que os critérios C3 e C4 possuem igual importância. O seu julgamento na rodada anterior está marcado com um "x" em vermelho. Se você desejar alterar seu julgamento marque um "x" na coluna correspondente a sua nova opinião na linha em branco (acima).										
(C3) Adequação dos proveitos aos custos, incluindo os investimentos em reabilitação						x				(C5) Adequação dos consumos de energia
O grupo considerou, em média, que o critério C5 é levemente mais importante que o critério C3. O seu julgamento na rodada anterior está marcado com um "x" em vermelho. Se você desejar alterar seu julgamento marque um "x" na coluna correspondente a sua nova opinião na linha em branco (acima).										

Legenda: "x" azul – resposta média do grupo na rodada anterior; "x" vermelho – sua resposta na rodada anterior

Critérios (Coluna A)	INTENSIDADE DE IMPORTÂNCIA										Critérios (Coluna B)
	← cresce a importância do critério A					cresce a importância do critério B →					
	absoluta	Muito grande	grande	pequena	Igual	Pequena	Grande	Muito grande	Absoluta		
(C4) Adequação dos níveis de perdas de água.				x							(C5) Adequação dos consumos de energia
<p>O grupo considerou, em média, que o critério C4 é levemente mais importante que o critério C5. O seu julgamento na rodada anterior está marcado com um "x" em vermelho. Se você desejar alterar seu julgamento marque um "x" na coluna correspondente a sua nova opinião na linha em branco (acima).</p>											
(C2a) Adequação das pressões mínimas em situação normal				x							(C2b) Adequação das pressões máximas em situação normal.
<p>O grupo considerou, em média, que o critério C2a é levemente mais importante que o critério C2b. O seu julgamento na rodada anterior está marcado com um "x" em vermelho. Se você desejar alterar seu julgamento marque um "x" na coluna correspondente a sua nova opinião na linha em branco (acima).</p>											

Observações, críticas e/ou sugestões:

APÊNDICE D – Equações dos indicadores de regulação

Reg 01 - Índice de Perdas de Faturamento (%) (cód. SNIS = I013)

$$Reg01 = I013 = \frac{(A06 + A18 - A24) - A11}{(A06 + A18 - A24)} \times 100$$

Esse indicador relaciona os volumes de água faturados e os disponibilizados para distribuição, representando uma composição de perdas reais (físicas) e aparentes (não físicas) do sistema.

Reg 02 - Índice de Atendimento Urbano de Água (%) (cód. SNIS = I023)

$$Reg02 = I023 = \frac{A26}{G06a} \times 100$$

Corresponde à população urbana que é efetivamente servida por água potável pela prestadora de serviços, ou seja, está associada à quantidade de economias residenciais ativas de água na zona urbana.

Reg 03 - Índice de Hidrometração (cód. SNIS = I009)

$$Reg03 = I009 = \frac{A04}{A02} \times 100$$

Este índice possibilita a melhor compreensão da problemática das perdas, pois a contabilização dos volumes micromedidos e macromedidos permite avaliar as perdas ocorridas no sistema de distribuição. Quanto maior o índice de hidrometração, maior é a possibilidade de identificação dos trechos críticos nos que se refere às perdas.

Reg 04 – Densidade de vazamentos (vazam./1000 lig)

$$Reg04 = \frac{vaza.}{A02/1000}$$

Onde, “vaza.” corresponde ao número total de vazamentos identificados no sistema durante o ano de referência.

O registro da ocorrência de vazamentos pelo SIMAE Capinzal/Ouro não é categorizado nas Ordens de Serviço (OSs), ou seja, no preenchimento de uma OS não é discriminada a tipologia do problema, o que impossibilita a contabilização do número de vazamentos.

Reg 05 – Descontinuidade dos serviços (%) (cód. ADERASA = ICA 01)

$$Reg05 = ICA01 = \frac{DS04}{24 \times 365 \times DA08} \times 100$$

Onde:

DS04 = horas de interrupção multiplicado pelo número de ramais afetados pela interrupção do serviço

DA08 = quantidade total de ramais serviços por água potável

Reg 06 – Interrupções dos serviços (%) (cód. ADERASA = ICA 02)

$$Reg06 = ICA02 = \frac{DC01}{DA08} \times 100$$

Onde:

DC01 = número de ramais afetados pelo corte do serviço de abastecimento de água

DA08 = quantidade total de ramais serviços por água potável

Reg 07a – Conformidade geral das análises de Cloro Residual (%) (cód. SNIS = I075)

$$I075 = \frac{Q07}{Q06} \times 100$$

Reg 07b – Conformidade geral das análises de Turbidez (%) (cód. SNIS = I076)

$$I076 = \frac{Q09}{Q08} \times 100$$

Reg 07c – Conformidade geral das análises de Coliformes Totais (%) (cód. SNIS = I084)

$$I084 = \frac{Q27}{Q26} \times 100$$

Reg 08a – Índice de conformidade da quantidade de amostras – cloro residual (%) (cód. SNIS = I079)

$$I079 = \frac{Q06}{Q20} \times 100$$

Reg 08b – Índice de conformidade da quantidade de amostras – Turbidez (%) (cód. SNIS = I080)

$$I080 = \frac{Q08}{Q19} \times 100$$

Reg 08c – Índice de conformidade da quantidade de amostras – Coliformes Totais (%) (cód. SNIS = I085)

$$I085 = \frac{Q26}{Q28} \times 100$$

Reg 09 – Densidade de reclamações de água (reclamações/1000 lig.).

$$Re\ g09 = \frac{\text{reclamações}}{A02/1000} \times 100$$

Para o cálculo desse indicador é necessário o registro do número de reclamações efetuadas pelos usuários relativas ao sistema de abastecimento de água.

Reg 10 – Quantidade de solicitações de serviços de água por ligação (%)

$$\text{Reg 10} = \frac{\text{solicitações}}{A02} \times 100$$

Solicitações = número total de solicitações relacionadas ao sistema de abastecimento de água.

Reg 11 – Atendimento em tempo às reclamações (%)

$$\text{Reg 11} = \frac{\text{atend.reclam}}{\text{reclamações}} \times 100$$

Onde:

atend.reclam = número de atendimentos às reclamações que atenderam ao tempo máximo preconizado.

Reclamações = número total de reclamações relativas ao sistema de abastecimento de água.

Reg 12 - Faturamento Médio de Água (cód. SNIS = I005)

$$\text{Reg 12} = I005 = \frac{F02}{A11 - A17 - A19}$$

Reg 13 – Indicador de Desempenho Financeiro (cód. SNIS = I012)

$$\text{Reg 13} = I012 = \frac{F02 + F07}{F17} \times 100$$

Reg 14 – Custo médio de Água Faturada (cód. SNIS = I003 “Despesa Total com os Serviços por m³ faturado”)

$$\text{Reg 14} = I003 = \frac{F17}{A11}$$

Reg 15 – Inadimplência (cód. SNIS = I026 = “Índice de Evasão de Receitas”)

$$\text{Re g15} = I029 = \frac{F05 - F06}{F05} \times 100$$

Reg 16 – Endividamento sobre o patrimônio líquido (%)

$$\text{Re g16} = \frac{\textit{endividamento}}{B06} \times 100$$

O endividamento é dado pela soma Passivo Circulante + Exigível a Longo Prazo + Resultado de Exercícios Futuros.

Reg 17 – Rentabilidade sobre o patrimônio líquido (%)

$$\text{Re g17} = \frac{\textit{rentabilidade}}{B06} \times 100$$

Reg 18 – Liquidez Geral (%) (cód. SNIS = I062)

$$\text{Re g18} = I062 = \frac{B01 + B10}{B05 + B03} \times 100$$