

V-046 - DIAGNÓSTICO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE MUNICÍPIOS CATARINENSES EMPREGANDO ANÁLISE MULTICRITÉRIO DE CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO

Lucas Vincent Lopes de Barros⁽¹⁾

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Especialista em Gestão Ambiental pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Engenheiro Sanitarista na Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS).

Ricardo Martins

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Diretor de Regulação na Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS).

Ciro Loureiro Rocha

Engenheiro Civil e Sanitarista. Coordenador de Normatização na Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS).

Rafael Andrin Crestani

Engenheiro Agrônomo e Ambiental. Coordenador de Fiscalização na Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS).

Marcelo Seleme Matias

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela UFSC. Mestre em Química Ambiental. Analista de Fiscalização e Regulação na ARIS.

Endereço⁽¹⁾: Centro Executivo Imperatriz. Rua General Liberato Bittencourt, 1885 - 12º Andar. Estreito. Florianópolis/SC. CEP 88070-800. Telefone: (48) 3954-9100 - e-mail: lucas@aris.sc.gov.br

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito de atuação de uma entidade reguladora de saneamento. Visando definir municípios prioritários para ações fiscalizatórias e regulatórias, desenvolveu-se metodologia baseada em análise multicritério de seis indicadores operacionais de Sistemas de Abastecimento de Água. As informações empregadas foram fornecidas pelos prestadores e passaram por verificação amostral em fiscalizações *in loco*. Após processamento dos dados, cálculo de variáveis e atribuição de pesos, a análise multicritério permitiu identificar os sistemas com maior demanda de intervenções, constituindo-se em um indicador basal para análise de desempenho de Sistemas de Abastecimento de Água. Ainda, concluiu-se que há certa inconsistência no fornecimento de informações ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, especialmente das que compõem o indicador de perdas na distribuição, analisado de forma mais aprofundada por representar notoriamente a eficiência de Sistemas de Abastecimento de Água.

PALAVRAS-CHAVE: Abastecimento de Água, Análise Multicritério, Desempenho Operacional.

INTRODUÇÃO

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito de atuação de uma entidade reguladora de saneamento, presente em mais de 170 municípios catarinenses. Nos termos do Art. 22, incisos I e II da Lei Federal nº 11.445 (BRASIL, 2007), são objetivos da regulação: estabelecer padrões e normas para a adequada prestação dos serviços e para a satisfação dos usuários, bem como garantir o cumprimento das condições e metas estabelecidas.

A partir dos objetivos e competências regulatórias, infere-se que são necessárias metodologias para qualificar e definir o que representa uma adequada prestação dos serviços. Nem todas as informações aqui apresentadas podem ser obtidas no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), além de haver uma grande defasagem temporal na publicação dos dados consolidados do referido sistema.

Para efeito de validação e comparação dos dados entre os adquiridos pela entidade e reguladora e os fornecidos ao SNIS, adotou-se o ano de 2015 como base para aplicação desta análise. No entanto, as informações de posse da entidade reguladora são atualizadas mais frequentemente, já havendo possibilidade de aplicar a metodologia aos dados de 2016.

O objetivo geral do trabalho é definir municípios prioritários para ações fiscalizatórias e regulatórias. Como objetivos específicos, cita-se a consolidação do banco de dados operacionais dos municípios consorciados à entidade reguladora e a avaliação do desempenho de Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) de 177 municípios catarinenses, baseando-se em características e indicadores previamente estabelecidos e categorizados, tendo como foco a capacidade dos sistemas para atender demandas atuais e/ou futuras, sem desprezar critérios de avaliação da operação no que diz respeito à qualidade e continuidade do abastecimento de água.

MATERIAIS E MÉTODOS

A análise multicritério foi escolhida como forma de avaliar o desempenho dos sistemas, pois permite a utilização de diversas variáveis simultaneamente para gerar um resultado sintético e representativo.

Para facilitar o trabalho de manipulação e representação dos dados, empregou-se um Sistema de Informações Geográficas para sobreposição das informações e execução da análise multicritério. Neste momento, as informações ficaram limitadas a características e indicadores dos próprios sistemas de abastecimento de água, que estão associadas aos polígonos dos municípios. No entanto, a metodologia empregada permite trabalhar com diversas informações geoespaciais, como relevo, vias de acesso e interferências, o próprio cadastro técnico das prestadoras de serviços com respectivas unidades operacionais, dentre outras variáveis preponderantes ao abastecimento de água.

Visando avaliar a prestação do serviço de abastecimento de água no tocante à capacidade de atendimento das demandas, foram adotadas as variáveis constantes da Tabela 1, as quais resultam de operações com as informações detalhadas na Tabela 2.

Tabela 1: Variáveis consideradas na análise multicritério

VARIÁVEL	FÓRMULA	UNIDADE
Capacidade de Produção de Água Tratada	$(\text{Vazão Média de Operação})/(\text{Vazão Nominal})$	percentual
Período de Operação Médio das Unidades de Tratamento		horas/dia
Índice de Reservação	$(\text{Capacidade de Reservação})/(\text{Reservação Mínima Necessária Atualmente})$	percentual
Índice de Perdas na Distribuição (IPD) – IN049 SNIS	$(\text{Volume de Água Produzido} + \text{Volume de Água Tratada Importado} - \text{Volume de Água Consumido} - \text{Volume de Serviço})/(\text{Volume de Água Produzido} + \text{Volume de Água Tratada Importado} - \text{Volume de Serviço})$	percentual
Índice de macromedicação – IN 011 SNIS	$(\text{Volume de Água Macromedido} - \text{Volume de Água Tratada Exportado})/(\text{Volume de Água Produzido} + \text{Volume de Água Tratada Importado} - \text{Volume de Água Tratada Exportado})$	percentual
Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão – IN084 SNIS	$(\text{Quantidade de amostras para coliformes totais com resultados fora do padrão})/(\text{Quantidade de amostras analisadas para coliformes totais})$	percentual

Tabela 2: Informações que compõem as variáveis da análise multicritério

INFORMAÇÃO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
Vazão Média de Operação	Razão entre o volume total produzido no período (anual) e o tempo de operação total da unidade.	l/s
Vazão Nominal	Capacidade de produção da ETA (vazão de projeto)	l/s
Capacidade de Reserva	Capacidade total instalada, considerando os volumes úteis de todos os centros de reserva do SAA	m ³
Reserva mínima necessária	Capacidade necessária para atender à demanda atual, neste caso escolhido o método correspondente a 1/3 do volume do dia de maior consumo (SHAMMAS; WANG, 2013)	m ³
Volume de Água Produzido	Volume anual de água disponível para consumo, compreendendo a água captada pelo prestador de serviços e a água bruta importada, ambas tratadas na(s) unidade(s) de tratamento do prestador de serviços, medido ou estimado na(s) saída(s) da(s) ETA(s) ou UTS(s). Inclui também os volumes de água captada pelo prestador de serviços ou de água bruta importada, que sejam disponibilizados para consumo sem tratamento, medidos na(s) respectiva(s) entrada(s) do sistema de distribuição (SNIS, 2015)	m ³ /ano
Volume de Água Tratada Importado	Volume anual de água potável, previamente tratada (em ETA(s) ou em UTS(s)), recebido de outros agentes fornecedores (SNIS, 2015).	m ³ /ano
Volume de Água Consumido	Volume anual de água consumido por todos os usuários, compreendendo o volume micromedido, o volume de consumo estimado para as ligações desprovidas de hidrômetro ou com hidrômetro parado, acrescido do volume de água tratada exportado para outro prestador de serviços (SNIS, 2015).	m ³ /ano
Volume de Serviço	Valor da soma dos volumes anuais de água usados para atividades operacionais e especiais, acrescido do volume de água recuperado (SNIS, 2015)	m ³ /ano
Volume de Água Macromedido	Valor da soma dos volumes anuais de água medidos por meio de macromedidores permanentes: na(s) saída(s) da(s) ETA(s), da(s) UTS(s) e do(s) poço(s), bem como no(s) ponto(s) de entrada de água tratada importada, se existirem (SNIS, 2015)	m ³ /ano
Volume de Água Tratada Exportado	Volume anual de água potável, previamente tratada (em ETA(s) - AG007 ou em UTS(s) - AG015), transferido para outros agentes distribuidores (SNIS, 2015)	m ³ /ano

Cada uma das variáveis apresentadas na Tabela 1 apresenta faixas de valores adequados (“ideais”), regulares ou críticos, de acordo com critérios de atendimento à demanda ou eficiência da prestação dos serviços. Neste caso, há de se destacar que algumas variáveis podem sofrer grande variação periódica, de acordo com o momento em que o sistema se encontra dentro do planejamento municipal. Por exemplo, com o avançar das demandas, a capacidade de produção e reserva terá de ser maior. Idealmente, o planejamento deve considerar o equilíbrio-econômico financeiro da prestação e a eficiência do uso de recursos públicos. Para tal, a capacidade dos sistemas é etapalizada e, no caso de uma avaliação anual, as variáveis apresentadas podem apresentar grande variação de um ano para o outro quando ocorre a entrega de uma grande obra, por exemplo. Com todos esses fatores levados em conta, foram atribuídos pesos a cada uma das seis variáveis analisadas, conforme apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Pesos das seis variáveis consideradas

VARIÁVEL	PESO
Capacidade de Produção de Água Tratada	0,20
Período de Operação Médio das Unidades de Tratamento	0,10
Índice de Reservação	0,20
Índice de Perdas na Distribuição (IPD) – IN049 SNIS	0,20
Índice de macromedicação – IN 011 SNIS	0,10
Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão – IN084 SNIS	0,20

Para execução da análise, foram ainda atribuídas notas para cada classe das variáveis, como demonstrado nas Tabelas 4 a 9. Quanto menor a nota, melhor o desempenho do SAA na variável considerada.

Tabela 4: Variável "Capacidade de Produção de Água Tratada (P)"

CLASSE	NOTA
$< 75\%$	1
$75\% \leq P < 100\%$	3
$\geq 100\%$	5

Tabela 5: Variável "Período de Operação Médio das Unidades de Tratamento (t)"

CLASSE	NOTA
$t < 20$	1
$20 \leq t < 23$	3
$t \geq 23$	5

Tabela 6: Variável "Índice de Reservação (R)"

CLASSE	NOTA
$\geq 100\%$	1
$75\% \leq R < 100\%$	3
$< 75\%$	5

Tabela 7: Variável "Índice de Perdas na Distribuição (IPD)"

CLASSE	NOTA
$\leq 28\%$	1
$28\% < IPD < 35\%$	3
$\geq 35\%$	5

Tabela 8: Variável "Índice de Macromedicação (M)"

CLASSE	NOTA
$\geq 99,5\%$	1
$90\% \leq M < 99,5\%$	3
$< 90\%$	5

Tabela 9: Variável “Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão (COL)”

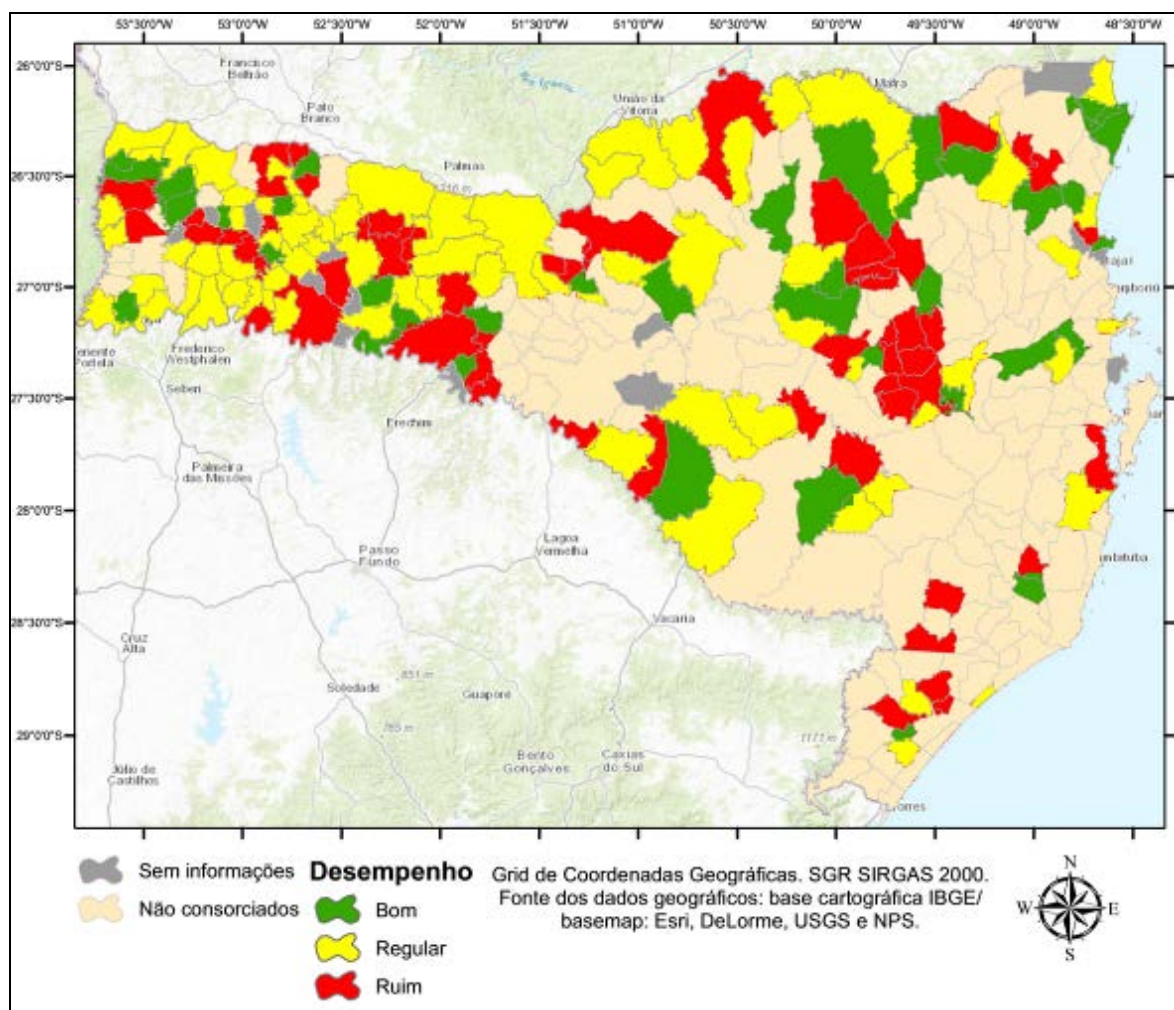
CLASSE	NOTA
$\leq 0,5\%$	1
$0,5\% < COL < 5,0\%$	3
$\geq 5,0\%$	5

RESULTADOS

O banco de dados consolidado pela entidade reguladora consiste de diversas informações e indicadores técnicos, que não se esgotam pelos aqui apresentados.

Observou-se que o SNIS apresenta diversas inconsistências nos indicadores apresentados, especialmente no que se refere ao indicador “Índice de Perdas na Distribuição”. Na maioria dos municípios estudados, o indicador apresentado no SNIS tem valor inferior ao levantado pela entidade reguladora. Analisando as médias do IPD (percentual) obtidas pela ARIS e pelo SNIS para os 177 municípios analisados, observou-se um desvio de 1,39%. No entanto, trata-se de uma tendência central de um indicador percentual, o que provoca um considerável erro de julgamento matemático (a média de várias razões não é igual à razão entre o somatório dos numeradores e somatório dos denominadores de cada razão). Portanto, analisando-se o desvio volumétrico médio, obteve-se um valor de 806,09 m³ de perdas no ano de 2015.

Após análise multicritério das variáveis elencadas e pesadas como anteriormente apresentado, elaborou-se mapa temático (Figura 1) abrangendo todos os municípios regulados, cujo resultado consiste em três categorias de desempenho: bom, regular e ruim.



CONCLUSÕES

Um desempenho “ruim” não significa que haja necessariamente um problema sistemático de qualidade da água ou de continuidade do serviço, mas que o resultado global para as seis variáveis pesadas está aquém do desejável, quando comparado ao desempenho médio do conjunto de dados.

Os resultados da análise multicritério foram classificados através do método das quebras naturais de Jenks (otimização de Jenks). Trata-se de um algoritmo de classificação de dados que busca minimizar a variância dentro de cada classe e maximizar a variância entre as classes (JENKS, 1967). Isso significa que não existe um referencial externo para o indicador final de desempenho, ele é baseado puramente nos dados existentes, de forma a balizar os municípios de acordo com a realidade local. Portanto, conclui-se que o método é bastante útil na determinação de municípios prioritários para realização de ações regulatórias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Tabelas Completas de Informações e Indicadores dos Prestadores de Serviços Regionais. Brasília, 2017.
2. BRASIL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Glossário de Informações AE-2015. Brasília, 2017.
3. SHAMMAS, N.K.; WANG, L.K. Abastecimento de água e remoção de resíduos. 3ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.
4. JENKS, G. F. The Data Model Concept in Statistical Mapping, International Yearbook of Cartography 7: p. 186–190, 1967.