

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

FERNANDA MARCELINO DE ANDRADE

**FATORES DE INTERFERÊNCIA EM INDICADORES DE PERDAS DE
ÁGUA NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO: ESTUDO DE CASO COM
MUNICÍPIOS ATENDIDOS PELO PRESTADOR ESTADUAL DE
SANTA CATARINA**

FLORIANÓPOLIS, 2022.

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

FERNANDA MARCELINO DE ANDRADE

**FATORES DE INTERFERÊNCIA EM INDICADORES DE PERDAS DE
ÁGUA NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO: ESTUDO DE CASO COM
MUNICÍPIOS ATENDIDOS PELO PRESTADOR ESTADUAL DE
SANTA CATARINA**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido
ao Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Santa Catarina como parte
dos requisitos para obtenção do título de
Engenheiro Civil.

Orientador:
Prof^a. Mariana Moller de Limas Fonseca,
MSc

FLORIANÓPOLIS, 2022.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Andrade, Fernanda Marcelino de
**Fatores de interferência em indicadores de perdas
de água no sistema de distribuição: estudo de caso com municípios
atendidos pelo prestador estadual de santa catarina**
/ Fernanda Marcelino de Andrade; orientação
de Mariana Moller de Limas Fonseca. - Florianópolis,
SC, 2022.
Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal
de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado
em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico
de Construção Civil.
Inclui Referências.

1. Sistemas de Abastecimento de Água. 2. Indicadores
de desempenho. 3. Perdas de Água. I. Fonseca, Mariana
Moller de Limas. II. Instituto Federal de Santa Catarina.
III. Fatores de interferência em indicadores
de perdas de água no sistema de distribuição.

**FATORES DE INTERFERÊNCIA EM INDICADORES DE PERDAS
DE ÁGUA NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO: ESTUDO DE CASO
COM MUNICÍPIOS ATENDIDOS PELO PRESTADOR ESTADUAL
DE SANTA CATARINA**

FERNANDA MARCELINO DE ANDRADE

**ESTE TRABALHO FOI JULGADO ADEQUADO PARA
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ENGENHEIRO CIVIL E APROVADO
NA SUA FORMA FINAL PELA BANCA EXAMINADORA DO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DO INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA.**

FLORIANÓPOLIS, 11 DE MARÇO, 2022.

BANCA EXAMINADORA:

Documento assinado digitalmente
 MARIANA MOLLERI DE LIMAS FONSECA
Data: 17/03/2022 20:58:16-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

**MARIANA MOLLERI DE LIMAS FONSECA, MSC.
IFSC**

Documento assinado digitalmente
 MAURILIA DE ALMEIDA BASTOS
Data: 18/03/2022 12:42:07-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

**MAURÍLIA DE ALMEIDA BASTOS, DRA.
IFSC**

Documento assinado digitalmente
 Reginaldo Campolino Jaques
Data: 18/03/2022 13:17:30-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

**REGINALDO CAMPOLINO JAQUES, MSC.
IFSC**

**ANDRÉIA MAY, MSC.
CASAN**



Assinaturas do documento



Código para verificação: **0BH00M3B**

Este documento foi assinado digitalmente pelos seguintes signatários nas datas indicadas:



ANDREIA MAY (CPF: 037.XXX.429-XX) em 18/03/2022 às 13:53:51

Emitido por: "SGP-e", emitido em 04/01/2021 - 09:59:03 e válido até 04/01/2121 - 09:59:03.

(Assinatura do sistema)

Para verificar a autenticidade desta cópia, acesse o link <https://sgpe.casan.com.br/portal-externo/conferencia-documento/Q0FTQU5fMV8wMDAyOTQ4MF8yOTQ4MF8yMDIyXzBCSDAwTTNC> ou o site

<https://sgpe.casan.com.br/portal-externo> e informe o processo **CASAN 00029480/2022** e o código **0BH00M3B** ou aponte a câmera para o QR Code presente nesta página para realizar a conferência.

À cada encontro da vida (inclusive entre mim e ti)
que me conduziu até aqui,
exatamente como precisava ser.

*A sociedade “vive num estado de pânico de não chegar a TER o que deve ter
para chegar a SER”.*
(Eduardo Galeano)

RESUMO

Os indicadores e bancos de dados concernentes ao setor de saneamento devem auxiliar na conversão dos *déficits* deste tipo de serviço. Porém os benefícios dos indicadores somente são concebidos quando relacionados ao contexto organizacional dos municípios; assim como às características dos sistemas e da região, pois conduzem a uma interpretação de dados mais plausível ao panorama real. Em paralelo, o desequilíbrio entre a oferta e demanda de água ao longo dos anos, e a recente promulgação da Lei Federal nº 14.026/2020 e da Portaria MDR nº 490/2021 destacam a importância do conhecimento sobre índices de perda de água na distribuição. É nesse contexto que se buscou estudar indicadores de desempenho de perdas de água e sua relação com variáveis que possam comprometer os seus resultados. Para isto, além das pesquisas teóricas foi realizado um estudo de caso com diferentes municípios do Estado de Santa Catarina, considerando o atendimento por uma única prestadora de serviços, e empregando-se informações vinculadas a um banco de dados de saneamento e ao banco de dados do próprio prestador. Para a compreensão da influência das variáveis nos indicadores escolhidos, aplicou-se uma análise descritiva dos dados através de gráficos *boxplot* e uma análise estatística das principais tendências verificadas. A pesquisa resultou na escolha dos indicadores IN049 – índice de perdas na distribuição e IN051 – índice de perdas por ligação correlacionados a fator institucional (divisão de gestão em superintendências regionais) e correlacionados a fator geográfico (AG001 – população total atendida por abastecimento de água) para a avaliação sobre o aumento de população. O estudo empregou as informações do SNIS com referência no ano de 2019 e considerou apenas os municípios com macromedicação a partir de 90%, o que eliminou grande parte da amostra inicial de 194 municípios e revelou a necessidade de investimento de macromedicação. Após as análises dos 77 municípios restantes, identificou-se como resultado principal que o grupo de municípios com população acima de 10 mil habitantes tende a apresentar aumento no índice de perdas conforme aumento da população total atendida por abastecimento de água, sobretudo para o índice de perdas por ligação (IN051). Os resultados ainda indicaram que os estudos do porte populacional do município e sua influência nos indicadores de perdas precisam ser aprofundados, bem como a análise de outras variáveis de influência – este tipo de pesquisa poderia trazer mais respaldo técnico às metas da Portaria MDR nº 490/2021.

Palavras-chave: Sistemas de Abastecimento de Água. Indicadores de desempenho. Perdas de Água.

ABSTRACT

Indicators and databases related to the sanitation sector should help convert deficits in this type of service. However, the benefits of indicators are only conceived when related to the organization of cities; as well as the characteristics of the systems and the region, as they lead to a more plausible interpretation of data for the real scenario. In parallel, the imbalance between the supply and demand of water over the years, and the recent enactment of Federal Law No. It is in this context that we sought to research water loss performance indicators and their relationship with variables that could compromise their results. For this, in addition to theoretical research, a case research was carried out with different cities in the State of Santa Catarina, considering the service provided by a single service provider, and using information linked to a sanitation database and the of the provider itself. In order to understand the influence of the variables on the chosen indicators, a descriptive analysis of the data was applied through boxplot graphs and a statistical analysis of the main trends verified. The research resulted in the choice of indicators IN049 - index of losses in the distribution and IN051 - index of losses per connection correlated with an institutional factor (management division into regional superintendencies) and correlated with a geographic factor (AG001 – total population served by water supply) for the assessment of the increase in population. The research used information from the SNIS with reference to the year 2019 and considered only the cities with macro measurement from 90%, which eliminated a large part of the initial sample of 194 cities and revealed the need for investment in macro measurement. After analyzing the remaining 77 cities, it was identified as the main result that the group of cities with a population of over 10 thousand inhabitants tends to present an increase in the rate of losses as the total population served by water supply increases, especially for the rate of connection losses (IN051). The results also indicated that the studies of the population size of the city and its influence on the loss indicators need to be deepened, as well as the analysis of other influence variables - this type of research could provide more technical support to the goals of Ordinance MDR nº 490/ 2021.

Keywords: Water supply systems. Performance indicators. Water losses.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema geral de um sistema de abastecimento de água.....	28
Figura 2 - Índice de perdas na distribuição conforme Glossário SNIS	41
Figura 3 - Índice de perdas por ligação conforme Glossário SNIS.....	41
Figura 4 – Plano tabular do PNSB	43
Figura 5 – Simulação de pesquisa no PNSB.....	44
Figura 6 – Resultado da pesquisa Atlas Brasil	46
Figura 7 – Resultado da pesquisa no SNIS	47
Figura 8 – Municípios atendidos pela CASAN divididos por superintendência	49
Figura 9 – Etapas de elaboração do estudo.....	50
Figura 10 – Etapas da análise descritiva.....	53
Figura 11 – Gráfico do tipo <i>boxplot</i>	54
Figura 12 – Filtro SNIS.....	58
Figura 13 – Fluxograma da análise descritiva do IN049	63
Figura 14 – Fluxograma da análise descritiva do IN051	86

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Diagnóstico de macromedição dos municípios atendimentos pela CASAN.....	59
Gráfico 2 – Municípios com índice de macromedição satisfatório por superintendências regionais	60
Gráfico 3 – IN049 correlacionado aos municípios conforme suas SR.....	64
Gráfico 4 – CASAN: IN049 correlacionado aos intervalos de AG001	67
Gráfico 5 – SRM: IN049 correlacionado aos intervalos de AG001.....	69
Gráfico 6 – SRN: IN049 correlacionado aos intervalos de AG001	71
Gráfico 7 – SRO: IN049 correlacionado aos intervalos de AG001	72
Gráfico 8 – SRS: IN049 correlacionado aos intervalos de AG001	75
Gráfico 9 – IN049 correlacionado à AG001 até 2.500 habitantes por SR	77
Gráfico 10 – IN049 correlacionado à AG001 entre 2.500 e 5 mil habitantes por SR	79
Gráfico 11 – IN049 correlacionado à AG001 entre 5 mil e 10 mil habitantes por SR	81
Gráfico 12 – IN049 correlacionado à AG001 até 10 mil e 30 mil habitantes por SR	82
Gráfico 13 – IN049 correlacionado à AG001 acima de 30 mil habitantes por SR	84
Gráfico 14 – IN051 correlacionado aos municípios conforme suas SR.....	87
Gráfico 15 – CASAN: IN051 correlacionado aos intervalos de AG001	90
Gráfico 16 – SRM: IN051 correlacionado aos intervalos de AG001.....	92
Gráfico 17 – SRN: IN051 correlacionado aos intervalos de AG001	94
Gráfico 18 – SRO: IN051 correlacionado aos intervalos de AG001	95
Gráfico 19 – SRS: IN051 correlacionado aos intervalos de AG001	97
Gráfico 20 – IN051 correlacionado à AG001 até 2.500 habitantes por SR	99
Gráfico 21 – IN051 correlacionado à AG001 entre 2.500 e 5 mil habitantes por SR	101
Gráfico 22 – IN051 correlacionado à AG001 entre 5 mil e 10 mil habitantes por SR	103
Gráfico 23 – IN051 correlacionado à AG001 até entre 10 mil e 30 mil habitantes por SR.....	105
Gráfico 24 – IN051 correlacionado à AG001 acima de 30 mil habitantes por SR ...	106

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Municípios por superintendências regionais com macromedição a partir de 90%.....	61
Tabela 2 – Índice de perdas na distribuição	65
Tabela 3 – Número de municípios atendidos pela CASAN com macromedição a partir de 90% por intervalo populacional	66
Tabela 4 – Médias e medianas das perdas na distribuição de todos os municípios com macromedição a partir de 90%, por intervalo populacional	68
Tabela 5 – Médias e medianas das perdas na distribuição dos municípios da SRM com macromedição a partir de 90% conforme intervalo populacional ..	70
Tabela 6 – Médias e medianas das perdas na distribuição dos municípios da SRN com macromedição a partir de 90% conforme intervalo populacional ..	71
Tabela 7 – Médias e medianas das perdas na distribuição dos municípios da SRO com macromedição a partir de 90% conforme intervalo populacional ..	74
Tabela 8 – Médias e medianas das perdas na distribuição dos municípios da SRS com macromedição a partir de 90% conforme intervalo populacional ..	76
Tabela 9 – IN049 das regionais com população total atendida com abastecimento de água até 2.500 habitantes.....	78
Tabela 10 – IN049 das regionais com população entre total atendida com abastecimento de água 2.500 e 5 mil habitantes	80
Tabela 11 – IN049 das regionais com população total atendida com abastecimento de água entre 5 mil e 10 mil habitantes	81
Tabela 12 – IN049 das regionais com população total atendida com abastecimento de água entre 10 mil e 30 mil habitantes	83
Tabela 13 – IN049 das regionais com população total atendida com abastecimento de água acima de 30 mil habitantes	85
Tabela 14 – Índice de perdas por ligação	88
Tabela 15 – Número de municípios atendidos pela CASAN com macromedição a partir de 90% por intervalo populacional	89
Tabela 16 – Médias e medianas das perdas por ligação de todos os municípios com macromedição a partir de 90%, por intervalo populacional	91
Tabela 17 – Médias e medianas das perdas por ligação dos municípios da SRM com macromedição a partir de 90% conforme intervalo populacional ..	93
Tabela 18 – Médias e medianas das perdas por ligação dos municípios da SRN com macromedição a partir de 90% conforme intervalo populacional ..	94
Tabela 19 – Médias e medianas das perdas por ligação dos municípios da SRO com macromedição a partir de 90% conforme intervalo populacional ..	96
Tabela 20 – Médias e medianas das perdas por ligação dos municípios da SRS com macromedição a partir de 90% conforme intervalo populacional ..	98

Tabela 21 – IN051 das regionais com população total atendida com abastecimento de água até 2.500 habitantes	100
Tabela 22 – IN051 das regionais com população total atendida com abastecimento de água entre 2.500 e 5 mil habitantes	102
Tabela 23 – IN051 das regionais com população total atendida com abastecimento de água entre 5 mil e 10 mil habitantes	103
Tabela 24 – IN051 das regionais com população total atendida com abastecimento de água entre 10 mil e 30 mil habitantes	105
Tabela 25 – IN051 das regionais com população total atendida com abastecimento de água acima de 30 mil habitantes	107
Tabela 26 – Estatística de regressão entre AG001 total e IN049.....	109
Tabela 27 – Análise de coeficientes entre AG001 total e IN049	109
Tabela 28 – Estatística de regressão entre AG001 até 10 mil e IN049.....	110
Tabela 29 – Análise de coeficientes entre AG001 até 10 mil e IN049.....	110
Tabela 30 – Estatística de regressão entre AG001 acima de 10 mil e IN049	111
Tabela 31 – Análise de coeficientes entre AG001 acima de 10 mil e IN049	112
Tabela 32 – Estatística de regressão entre AG001 total e IN051.....	113
Tabela 33 – Análise de coeficientes entre AG001 total e IN051	113
Tabela 34 – Estatística de regressão – Estatística de regressão entre AG001 até 10 mil e IN051	114
Tabela 35 – Análise de coeficientes entre AG001 até 10 mil e IN051.....	115
Tabela 36 – Estatística de regressão entre AG001 acima de 10 mil e IN051	116
Tabela 37 – Análise de coeficientes entre AG001 acima de 10 mil e IN051	116

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABAR	Associação Brasileira de Agências de Regulação
ABES	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AESBE	Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ARIS	Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento
BADOP	Banco de Dados Operacionais
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BIRD	Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento
BNH	Banco Nacional de Habitação
CASAN	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
CESBs	Companhias Estaduais de Saneamento Básico
DMC	Distritos de Medição e Controle
ETA	Estação de Tratamento de Água
FNS	Fundação Nacional de Saúde
IBNET	<i>Internacional Benchmarking Network for Water and Sanitation</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ID	Índice de Desempenho
IFSC	Instituto Federal de Santa Catarina
IN	Índice
ISO	International Organization for Standardization
IP	Índice Percentual
IWA	<i>International Water Association</i>
MCIDADES	Ministério das Cidades

MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
MS	Ministério da Saúde
MUNIC	Suplemento de Saneamento Básico da Pesquisa de Informações Básicas Municipais
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PLANASA	Plano Nacional de Saneamento
PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
PMSS	Programa de Modernização do Setor Saneamento
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SES	Sistema de Esgotamento Sanitário
SINISA	Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNS/MCidades	Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades
SR	Superintendência Regional
SRM	Superintendência Regional de Negócios da Metropolitana da Grande Florianópolis
SRN	Superintendência Regional de Negócios Norte/Vale do Rio Itajaí
SRO	Superintendência Regional de Negócios Oeste
SRS	Superintendência Regional de Negócios Sul/Serra
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	Justificativa	22
1.2	Definição do Problema	24
1.3	Objetivo Geral.....	24
1.4	Objetivos Específicos	25
1.5	Estrutura do Trabalho.....	25
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	27
2.1	Sistema de Abastecimento de Água	27
2.2	Indicadores de Desempenho de SAA.....	30
2.3	Perdas de Água e Fatores Intervenientes	32
2.3.1	Perdas Não-físicas ou Aparentes.....	35
2.3.2	Perdas Físicas ou Reais	35
2.4	Avaliação de Desempenho sobre Perdas de Água	37
2.4.1	Índice Percentual	37
2.4.2	Índice de Perdas por Ramal.....	38
2.4.3	Índice de Perdas por Extensão de Rede.....	39
2.4.4	Índice de Infraestrutura de Perdas	39
2.4.5	Avaliação de Perdas no Brasil	40
2.5	Banco de dados	41
2.5.1	Pesquisa Nacional sobre Saneamento Básico - PNSB.....	42
2.5.2	ATLAS BRASIL	45
2.5.3	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS	46
3	METODOLOGIA	48
3.1	Métodos Aplicados	50
3.1.1	Indicadores e Variáveis.....	50
3.1.2	Banco de Dados.....	51
3.1.3	Coleta e Tratamento dos Dados	51
3.1.4	Análise Descritiva.....	52
3.1.5	Análise Estatística.....	55
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	56
4.1	Indicadores e Variáveis	56
4.2	Banco de Dados	56
4.3	Coleta e Tratamento dos Dados	57
4.4	Índices de Perdas de Água do SNIS.....	62
4.5	Análise Descritiva do Índice de Perdas na Distribuição (IN049).....	62
4.5.1	Análise Geral do Índice de Perdas na Distribuição (IN049)	63
4.5.2	Análise do Índice de Perdas na Distribuição (IN049) por Diferentes Intervalos de População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001)	65
4.5.2.1	Análise Geral da CASAN	66
4.5.2.2	Análise da SRM	69
4.5.2.3	Análise da SRN.....	70
4.5.2.4	Análise da SRO.....	72
4.5.2.5	Análise da SRS.....	74
4.5.3	Análise do Índice de Perdas na Distribuição (IN049) pelo Mesmo Intervalo de População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001)	76

4.5.3.1	<i>População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001) com até 2.500 habitantes.....</i>	<i>77</i>
4.5.3.2	<i>População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001) entre 2.500 e 5 mil habitantes.....</i>	<i>79</i>
4.5.3.3	<i>População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001) entre 5 mil e 10 mil habitantes.....</i>	<i>80</i>
4.5.3.4	<i>População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001) entre 10 mil e 30 mil habitantes.....</i>	<i>82</i>
4.5.3.5	<i>População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001) acima de 30 mil habitantes.....</i>	<i>84</i>
4.6	Análise Descritiva do Índice de Perdas por Ligação (IN051)	85
4.6.1	Análise Geral do Índice de Perdas por Ligação (IN051)	86
4.6.2	Análise do Índice de Perdas na Distribuição (IN051) por Diferentes Intervalos de População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001)	88
4.6.2.1	Análise Geral da CASAN	89
4.6.2.2	Análise da SRM	92
4.6.2.3	Análise da SRN.....	93
4.6.2.4	Análise da SRO.....	95
4.6.2.5	Análise da SRS.....	97
4.6.3	Análise do Índice de Perdas por Ligação (IN051) pelo ao Mesmo Intervalo de População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001)	98
4.6.3.1	<i>População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001) com até 2.500 habitantes.....</i>	<i>99</i>
4.6.3.2	<i>População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001) entre 2.500 e 5 mil habitantes.....</i>	<i>101</i>
4.6.3.3	<i>População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001) entre 5 mil e 10 mil habitantes.....</i>	<i>102</i>
4.6.3.4	<i>População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001) entre 10 mil e 30 mil habitantes.....</i>	<i>104</i>
4.6.3.5	<i>População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001) acima de 30 mil habitantes.....</i>	<i>106</i>
4.7	Análise Estatística	108
4.7.1	Regressão Linear do Índice de Perdas na Distribuição (IN049).....	108
4.7.1.1	<i>População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001).....</i>	<i>108</i>
4.7.1.2	<i>População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001) com até 10 mil Habitantes</i>	<i>110</i>
4.7.1.3	<i>Índice de Perdas na Distribuição (IN049) e População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001) acima de 10 mil Habitantes.....</i>	<i>111</i>
4.7.2	Regressão Linear do Índice de Perdas por Ligação (IN051)	112
4.7.2.1	<i>População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001) até 10 mil Habitantes.....</i>	<i>114</i>
4.7.2.2	<i>População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001) acima de 10 mil Habitantes</i>	<i>115</i>
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	118
5.1	Sugestões para ações e trabalhos futuros	122
	REFERÊNCIAS	124
	APÊNDICES	130
	APÊNDICE A – Dados coletados SNIS e BADOP	131

ANEXOS.....	132
ANEXO A – Autorização da CASAN para elaboração do estudo.....	133
ANEXO B – Lista de municípios atendidos diretamente pela CASAN	136

1 INTRODUÇÃO

Voltado fundamentalmente para promoção e proteção da saúde, o saneamento básico é o conjunto de ações políticas e de governança e desenvolvimento de tecnologias em sistemas de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e gestão de resíduos sólidos, drenagem e gestão da água pluvial urbana (OMS, 2018; BRASIL, 2020).

No Brasil, um dos grandes marcos da política de saneamento básico foi a criação do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA) gerido pelo Banco Nacional de Habitação (BNH), nos anos 1970. Para a integração e participação dos estados no setor, na década de 1980, o PLANASA realizou investimentos por meio das Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESBs), o que viabilizou, inclusive, a prestação de serviços através de subsídio cruzado. E neste mesmo período, entre as décadas de 70 e 80, o PLANASA conseguiu ampliar o número de domicílios com fornecimento de água da rede pública de 54,4% para 76% (COSTA, 1990).

Em 2007, o setor do saneamento no Brasil foi amparado pela Lei Federal nº 11.445, para definição de diretrizes gerais. Esta lei propôs como um dos seus princípios fundamentais, a universalização do acesso e a efetiva prestação dos serviços de saneamento, através de ampliação progressiva até o atendimento de todos os domicílios ocupados.

Também no ano de 2007, a *International Organization for Standardization* – ISO – publicou pela primeira vez a série 24.500 sobre gestão e avaliação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Essas normas estabeleceram instruções para definição de objetivos, critérios de análise e medidas de desempenho. Assim, forneceram-se subsídios aos gestores dos serviços para a priorização de setores que apresentem os menores desempenhos, bem como foi possibilitada às agências reguladoras de saneamento a comparação entre prestadores de serviços (ISO 24512, 2007).

No ano seguinte, em 2008, uma iniciativa chamada *Aquarating* desenvolvida pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) por meio de parceria estratégica com a *International Water Association* (IWA) reforçou que a combinação de indicadores e a categorização de dados diminuem os efeitos sobre a

avaliação final dos resultados de desempenho dos prestadores de serviços de saneamento. Isso ocorria pela influência de fatores geográficos, econômicos, políticos, sociais, entre outras variáveis (KRAUSE et al. 2018).

O avanço de leis e normativas sobre diretrizes do saneamento básico, junto à discussão sobre avaliação dos serviços prestados, tem incentivado também o questionamento quanto à disponibilidade dos dados referentes ao setor. Na Lei Federal nº 11.445/2007, foi estabelecida aos prestadores de serviços a obrigatoriedade do fornecimento das informações referentes ao desempenho das suas atividades, bem como assegurado ao usuário o direito de acesso a essas informações. Ainda em seu Art. 48, inciso XV, a lei dispõe sobre o incentivo à integração das bases de dados. E no Art. 53 da mesma lei, instituiu-se o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA). Ademais, também estabelecendo diretrizes ao acesso à informação pública, a Lei Federal nº 12.527/2011 no seu art. 7º, inciso VII, garante o direito de qualquer cidadão obter informação relativa “à implementação, acompanhamento e resultados dos programas, projetos e ações dos órgãos e entidades públicas, bem como metas e indicadores propostos” (BRASIL, 2011).

Apesar deste cenário, a definição das metas do setor de saneamento previstas na Lei Federal nº 11.445/2007, através da elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), foi aprovada somente após 6 (seis) anos pelo Decreto Federal nº 8.141/2013, considerando um horizonte de 20 anos (de 2014 a 2033). O PLANSAB foi então o resultado dos estudos atribuídos ao Pacto pelo Saneamento Básico; da elaboração do Panorama do Saneamento Básico no Brasil; além de ser fundamentado também pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos entre os países da Organização das Nações Unidas (ONU). Assim, o Plano resultou em diagnóstico inicial de indicadores e avaliação institucional do déficit do saneamento no Brasil.

Atualmente, o PLANSAB contempla 29 indicadores diretos e outros chamados indicadores auxiliares, e também diretrizes para o desenvolvimento dos serviços de saneamento básico (abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem pluvial), além de aspectos de gestão, que servem como base para planos estaduais e municipais. A versão revisada do PLANSAB apresenta,

dentre as principais metas para 2033, o fornecimento de água potável a 99% dos domicílios brasileiros, bem como atender a 92% dos domicílios por rede coletora de esgoto ou fossa séptica (PLANSAB, 2019).

Apesar das metas já estabelecidas no setor do saneamento do Brasil, a Lei do Saneamento foi alterada pela Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020, com o desígnio de alcançar a universalização dos serviços até 2033 e determinar padrões de qualidade e eficiência na prestação dos serviços no setor (BRASIL, 2020). A promulgação desta nova lei foi justificada, entre outros pontos, com a intenção de contribuir com a revitalização de bacias hidrográficas, com a conservação do meio ambiente e com a redução progressiva e controle de perdas de água e regulação tarifária (BRASIL, 2020). Recentemente, a Lei Federal 14.026/2020 foi complementada pela Portaria nº 490 de 22 de março de 2021 do Ministério do Desenvolvimento Regional, que dispõe sobre destinação de recursos públicos estritamente ao cumprimento de índice de perda de água na distribuição.

Outra mudança significativa instituída pela Lei nº 14.026/2020 foi atribuir à até então Agência Nacional de Águas (ANA), vinculada ao Ministério do Desenvolvimento Regional, que passa a ser Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), a regulação de normas do setor de saneamento, com questões sobre indenizações; definição e organização da prestação dos serviços; e o controle da perda de água (BRASIL, 2020). Essas normas serão instituídas gradativamente e serão também estabelecidos os parâmetros e periodicidade de supervisão das metas de cobertura, dos indicadores de qualidade e potabilidade de água, assim como critérios de atendimento aos usuários e os custos a serem pagos por eles.

De acordo com as justificativas apresentadas para a aprovação da Lei Federal 14.026/2020, as novas normas estimularão a livre concorrência, a competitividade e também a colaboração entre os entes federativos. Busca-se ainda, determinar ações adequadas às particularidades locais e regionais, e impulsionar a regionalização da prestação dos serviços. Essas consequências são apontadas pelos defensores da nova lei como contribuintes da viabilidade técnica, da eficiência e da sustentabilidade econômico-financeira nas prestações de serviços, para a promoção

da universalização dos serviços e da ampliação dos investimentos públicos e privados no setor.

Com estas premissas legais é possível constatar que além da universalização do acesso ao saneamento básico, deve-se priorizar a eficiência e eficácia dos serviços, considerando-se as particularidades dos sistemas e dos municípios, bem como a transparência de informações à população. No tocante ao abastecimento de água, em especial, o crescimento populacional e desordenado das cidades, concomitante à crise hídrica e a deterioração de estruturas dos sistemas instalados na época do PLANASA são pontos que reforçam esta necessidade. Afinal, estes fatores podem causar intermitências no abastecimento de água à população e se tornarem o ponto de partida para a discussão da eficiência dos prestadores de serviços contratados pelo poder municipal.

A implementação das atividades de controle e redução de perdas nos diversos prestadores de serviços de saneamento ressalta a necessidade da utilização de ferramentas para a adequada avaliação das perdas nos sistemas de abastecimento de água, que possam gerar indicadores de desempenho que de fato permitam comparações, planejamento e avaliação de resultados, além de se estabelecer a metodologia para avaliação da confiabilidade dos indicadores.

1.1 Justificativa

Diante da contextualização da política pública do setor de saneamento no Brasil, evidencia-se o quão fundamental é o emprego de ferramentas de avaliação que estejam voltadas à real promoção dos serviços de saneamento e ao alcance das metas. Os dados e indicadores concernentes ao setor devem auxiliar na conversão dos atuais déficits do saneamento básico. Logo, faz-se importante questionar a maneira com que a produção, a obtenção, a sistematização e a disseminação da informação é realizada, para que de fato se favoreçam as tomadas de decisão dos gestores.

Relacionar estes indicadores do setor de saneamento ao contexto dos municípios (condições institucionais, culturais, sociais), assim como às características dos sistemas (como interrupção do abastecimento, número de reclamações) e

variáveis da região (como topografia, estiagem, densidade populacional) conduz a uma interpretação de dados mais plausível ao panorama real de desempenho.

A escolha do eixo de abastecimento de água com foco nas perdas de água para o estudo dos fatores que influenciam os indicadores de desempenho é justificada em função do desequilíbrio entre a oferta e demanda de água ao longo dos anos, por conta do crescimento populacional (principalmente em áreas urbanas) e pelo aumento da industrialização; e também pelo elevado nível de perdas de água em sistemas de abastecimento, consequência da falta de manutenção e fiscalização das redes, além do baixo investimento na área (HELLER, 2010). Deve-se considerar também, a meta da Lei Federal 14.026/2020 de atendimento a 99% da população com água potável até dezembro de 2033, além da preocupação focada na questão das perdas de água, destacada na Portaria MDR 490/2021.

Neste sentido, limitar a análise a uma única prestadora (por conter a cultura organizacional) permite a avaliação da eficiência dos serviços de água considerando aspectos operacionais e as particularidades de cada Sistema de Abastecimento de Água (SAA) atendido. Desta maneira, o foco passa a ser as características do sistema, e não a natureza do prestador de serviços (público ou privado, por exemplo).

Com bases nestas premissas, objetivou-se analisar as perdas de água dos SAA de municípios do Estado de Santa Catarina administrados e operados pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN. Esta empresa pública de economia mista presta serviços de gestão, operação e manutenção de sistemas de abastecimento de água, e de coleta e de tratamento de esgoto. Segundo a própria CASAN (2019), são atendidos diretamente mais de 2,7 milhões de pessoas (39% da população de Santa Catarina), em 195 municípios catarinenses (66% dos municípios catarinenses) e 1 paranaense. Além disso, a empresa também fornece água a municípios clientes, que juntos beneficiam mais de 200 mil pessoas (CASAN, 2019).

Os municípios da CASAN foram escolhidos para o estudo de caso por se tratar da maior prestadora do estado onde a autora é residente, além de parte integrante do corpo técnico há 10 (dez) anos. Sendo assim, possibilita-se também o acesso a eventuais informações que não estejam contempladas nos bancos de dados institucionais, viabilizado por autorização emitida pela companhia (Anexo A).

1.2 Definição do Problema

O atual cenário de ênfase na busca pela eficiência do setor de saneamento, em especial do abastecimento de água, torna fundamental aos prestadores de serviço de todo o Brasil a análise dos indicadores de desempenho de acordo com as variáveis técnicas, organizacionais e socioeconômicas de cada sistema. Estas variáveis podem influenciar de forma considerável os resultados de eficiência, e sua compreensão é necessária para que se obtenham diagnósticos que oportunizem tomadas de decisões bem fundamentadas. Soma-se a isso, o incentivo à criação de regiões com diferentes tipos de municípios apresentado no novo marco de saneamento. Em SC o Decreto Estadual nº 1.372, de 14 de julho de 2021, em particular, definiu a prestação regionalizada dos serviços conforme a estruturação da Lei Complementar nº 495 de 26 de janeiro de 2010. Desta forma, foram mantidas as mesmas 11 regiões metropolitanas criadas em 2010 que englobam todos os municípios do Estado.

De forma mais específica, é importante para o contexto regional compreender o quanto os fatores intrínsecos aos sistemas de abastecimento de água podem afetar os resultados de desempenho relacionados a perdas de água de uma prestadora de serviços atuante em 195 municípios catarinenses que apresentam as mais diversificadas características, e gestão regionalizada por superintendências. Esta análise pode ser um ponto importante na busca pela adequada avaliação dos serviços de saneamento e pela justa competitividade no setor.

1.3 Objetivo Geral

A elaboração deste trabalho tem como objetivo principal identificar e analisar fatores que possam interferir em indicadores de desempenho relacionados a perdas de água dos sistemas de distribuição de diferentes municípios do Estado de Santa Catarina, considerando o atendimento por uma única prestadora de serviços: a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN).

1.4 Objetivos Específicos

Para o cumprimento do objetivo geral, estabeleceram-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Estudar indicadores de desempenho sobre perdas de água nos serviços de abastecimento de água e delimitar os mais fundamentados na literatura;
- b) Identificar e escolher variáveis que possam influenciar nos indicadores de desempenho de perdas de água selecionados. Estas variáveis devem representar características específicas do sistema de abastecimento, sejam elas de natureza física, política, geográfica, sociais, de gestão, econômicas, entre outras;
- c) Analisar as fontes oficiais de informação sobre serviços de abastecimento de água para definir bancos de dados que viabilizem o acesso a resultados relacionados ao indicador de desempenho escolhido bem como às variáveis que possam influenciá-lo;
- d) Correlacionar de forma descritiva os resultados dos indicadores de desempenho analisados às variáveis selecionadas, buscando compreender o quanto esta vinculação pode afetar os resultados de eficiência relacionados às perdas de água para diferentes municípios atendidos por um único prestador de serviços, a CASAN;
- e) Confrontar estatisticamente a análise descritiva realizada pela correlação dos resultados dos indicadores de desempenho analisados às variáveis selecionadas.

1.5 Estrutura do Trabalho

O início do trabalho é dado a partir da exposição de itens que garantem a elaboração e coerência: introdução com as informações gerais sobre a temática, a relevância do estudo por meio de justificativa, a definição do problema, e a determinação dos objetivos geral e específicos, bem como esta estruturação.

O trabalho é fundamentado no segundo capítulo quando apresentados conceitos e etapas dos sistemas de abastecimento de água, como o desempenho desses SAA podem ser avaliados. Logo, são apresentados conceitos sobre perdas de água, seus intervenientes e seus tipos; indicadores de desempenho referentes às perdas e os índices de perdas. Também é mostrada a pesquisa exploratória para a escolha de bancos de dados.

A metodologia, métodos e materiais para o cumprimento dos objetivos estão descritos no Capítulo 3.

Os resultados são descritos no Capítulo 4: no primeiro subitem são apresentados os índices de perdas e as suas informações de composição, após a definição do banco de dados; e a partir desta etapa (subitem 3) são discutidos os resultados das análises descritivas feitas conforme os dados de índice de perdas e fatores de influência. No subitem 4.6 são detalhados os resultados de análises estatísticas.

Por fim, no Capítulo 5 é feito o fechamento do estudo através das considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

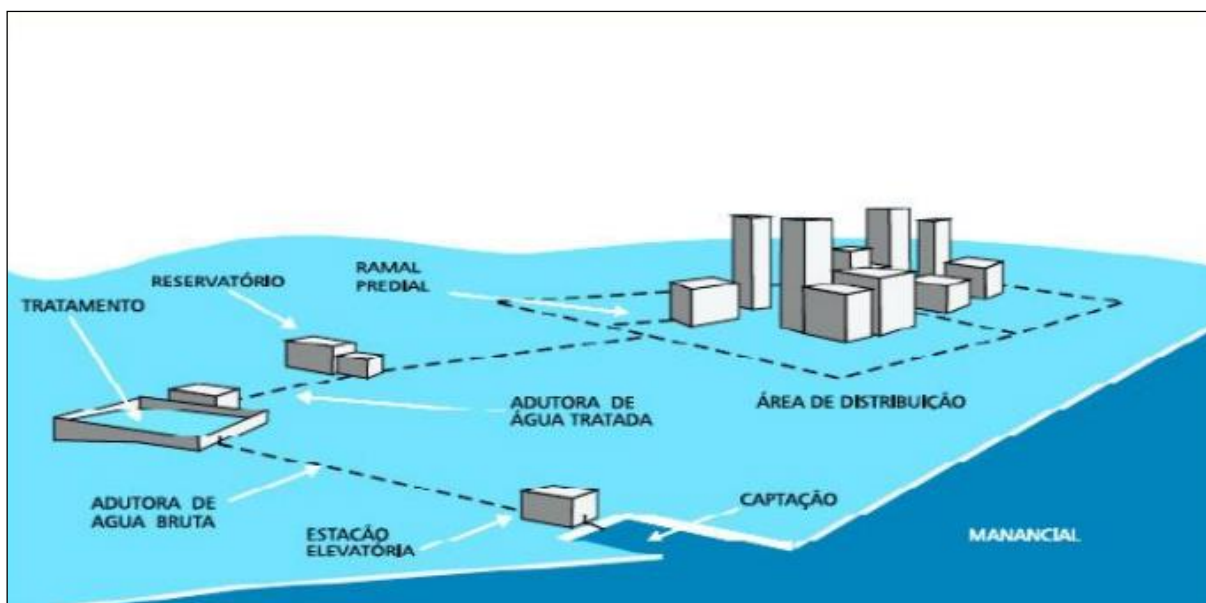
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Sistema de Abastecimento de Água

A potabilidade da água é essencial para o consumo humano devido às inúmeras doenças de veiculação hídrica, as quais podem causar efeitos deletérios à saúde humana e até a morte (UNESCO, 2012). No Brasil, a prestação de serviço de abastecimento de água tem justamente o propósito de atendimento aos padrões de potabilidade dispostos nos Anexos 9 a 11 da Portaria do Ministério da Saúde (MS) nº 888, de 4 de maio de 2021 (que alterou o Anexo XX da Portaria de Consolidação MS nº 05/2017). Além dos padrões de potabilidade, o sistema de distribuição de água também deve obedecer a padrões normativos, estabelecidos principalmente através da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) na Norma Brasileira (NBR) 12218:2017 - Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público.

Os Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) são compostos por: manancial, captação, estação elevatória ou de recalque (quando necessário bombeamento), adutoras, estação de tratamento de água, reservação, rede de distribuição (por gravidade nas zonas mais baixas e através de bombeamento nas zonas mais altas) e ligações prediais. A Figura 1 ilustra um esquema geral de Sistema de Abastecimento de Água. De acordo com Tsutiya (2008), a concepção dos Sistemas de Abastecimento de Água é variável, conforme a necessidade de atendimento às particularidades como porte do município, topografia, sua posição em relação aos mananciais, etc.

Figura 1 – Esquema geral de um sistema de abastecimento de água



Fonte: Brasil (2006)

A escolha do manancial é fator de grande importância e responsabilidade na concepção de um SAA. O manancial é o corpo de água superficial ou subterrâneo, de onde é retirada a água para abastecimento. Deve dispor de vazão suficiente para fornecimento de água no período de projeto, e a qualidade dessa água deve ser adequada sob o ponto de vista sanitário (TSUTIYA, 2006). Além destes fatores, também devem ser considerados aspectos como acesso, disponibilidade de energia elétrica, desnível e distância até o ponto de consumo (AZEVEDO NETTO, 1987; RICHTER, 1991).

O conjunto de estruturas, dispositivos e instalações utilizados para a tomada de água do manancial é chamado de captação. O tipo de captação varia de acordo com o manancial e com o equipamento empregado: barragem de nível, enrocamento, captação flutuante, etc. (BRASIL, 1998; TSUTIYA, 2006).

Após a sua captação, a água é aduzida por canalização que se destina a conduzi-la entre as unidades que precedem a rede de distribuição. As adutoras não distribuem a água aos consumidores, mas podem possuir algumas derivações que são as sub-adutoras (TSUTIYA, 2006). Tal adução pode ser feita por tubulações sob pressão ou por escoamento livre (TARSO; PIMENTEL, 2009).

Por meio da adução a água bruta chega à etapa de tratamento, onde ocorre a melhoria da qualidade da água até que esta atinja os padrões de potabilidade, através de processos físicos e/ou químicos. Os parâmetros de qualidade do manancial é que definem se a água bruta passará por tratamento do tipo convencional (floculação, decantação, filtração, correção de pH, desinfecção e fluoretação) ou somente tratamento simplificado (não-convencional ou simples desinfecção, por exemplo). Também existem outras alternativas mais complexas, a exemplo do tratamento por membranas.

Passado o tratamento, é feita a reservação da água para suprir as variações diárias e horárias de consumo, para garantir a adequada pressurização do sistema de distribuição e para garantir reservas de emergência (BRASIL, 2010). São os reservatórios os elementos destinados a armazenar água e promover o equilíbrio entre vazões e pressões de adução e de distribuição nas redes (MEDEIROS, 2017; HAMDAN, 2016). A capacidade de reservação também pode ser um reflexo do desempenho do sistema, por ser um fator limitante na distribuição de água. Desse modo, esse parâmetro está diretamente ligado ao volume de água distribuído *per capita*, o qual é reflexo da eficácia do sistema (HAMDAN, 2016).

A rede de distribuição consiste na última etapa de um sistema de abastecimento de água. Trata-se de um conjunto de condutos assentados nas vias públicas ou nos passeios, destinados a distribuir água potável através de ramais domiciliares (até o ponto de consumo). Esses condutos, por sua vez, são constituídos por tubos, conexões e equipamentos de controle operacional como registros e válvulas. A ABNT NBR 12218: 2017 define que as redes de distribuição também são parte do SAA, trazendo assim exigências técnicas específicas para o abastecimento de forma contínua, em quantidade e pressão adequadas.

A estação elevatória é um dispositivo essencial dentro de um sistema de abastecimento de água, e conforme Tsutiya (2006) pode ser instalado nas etapas de captação, adução, tratamento ou distribuição de água. É um conjunto de obras e equipamentos destinados a recalcar água para a unidade seguinte. Em sistemas de abastecimento de água geralmente há várias estações elevatórias, tanto para recalque de água bruta, como para o recalque de água tratada. Também é comum o

emprego de *boosters* e/ou bombeamento em linha para elevação da pressão da água em adutoras ou redes de distribuição (TSUTIYA, 2006).

Por fim, a ligação predial é o conjunto de tubulações e peças que unem a rede de distribuição ao consumidor. Estas ligações são formadas por dispositivo de tomada (direta, com colar, com ferrule), ramal predial e dispositivo de medição (hidrômetro). É após esta ligação que o abastecimento de água se torna de responsabilidade do usuário.

2.2 Indicadores de Desempenho de SAA

Os indicadores de desempenho são medidas ou métricas do estado, nível ou tendência de um fenômeno ou processo. Podem ser utilizados em diversas áreas do conhecimento, desde o setor primário, para a escolha dos melhores defensivos agrícolas, como na prestação de serviços, incluindo os de abastecimento de água e esgotamento sanitário. De maneira geral, os indicadores de desempenho são provedores de informações-chave, as quais são primordiais para definição da eficiência e efetividade em qualquer atividade (MATOS et al., 2003). Para calcular um indicador são utilizadas variáveis - uma combinação de dados de um sistema. “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” (ZIMERMANN, 2010).

No Guia Metodológico para Indicadores (BRASIL, 2018), dispõe-se sobre os indicadores em programas de administração pública de forma complementar:

“[...] na gestão pública, os indicadores são instrumentos que contribuem para identificar, medir e descrever aspectos relacionados a um determinado fenômeno ou objeto da realidade a respeito qual o Estado decide por uma ação ou a omissão. A principal finalidade de um indicador é, portanto, traduzir, de forma mensurável (quantitativamente) ou descritível (qualitativamente), um ou mais aspectos da realidade dada (situação social) ou construída (ação), de maneira a tornar operacional o seu acompanhamento” (BRASIL, 2018a, p. 12).

Marques e Monteiro (2003, p. 129) ressaltam as seguintes vantagens quanto ao emprego dos indicadores de desempenho:

“(i) reforço do poder institucional, facilitando a justificativa e o estabelecimento de prioridades; (ii) detecção de fragilidades e pontos fracos no sistema, estimulando a resolução ou redução (prioridades na manutenção preventiva) e aperfeiçoando pontos fortes; (iii) gestão por meio de objetivos,

estabelecimento de metas para indicadores, resultando em procedimentos e rotinas para alcance de metas; (iv) facilidade na auditoria interna e externa e resultados mais transparentes” (MARQUES; MONTEIRO, 2003, p. 129, tradução da autora).

Quanto aos serviços de abastecimento de água, o emprego de indicadores permite o reconhecimento de setores que carecem de melhorias e, inclusive, apoio na tomada de decisões entre possibilidades de investimento. No setor do saneamento, um indicador de desempenho (ID) é uma medida quantitativa da eficiência e da eficácia inerentes à atividade desenvolvida ou do comportamento dos sistemas de uma entidade gestora (ALEGRE *et al.*, 2000).

Para as agências reguladoras, os indicadores de desempenho também podem servir como ferramentas de uma estruturação consistente à comparação de performance entre os regulados, para identificar áreas que requerem melhorias, e para corroborar com o desenvolvimento de políticas setoriais. Com isso, viabiliza-se o planejamento de uma integração do serviço de abastecimento de água e de investimentos. Além disso, favorece-se a elaboração de mecanismos de regulação e provimento de informações de monitoramento chave, para a garantia do interesse dos usuários onde os serviços prestados são monopolizados (MATOS *et al.*, 2003).

Entretanto, um número muito elevado de indicadores pontuais representa apenas um excesso de dados, prejudicando a transmissão da informação aos gestores e reguladores. Por isso, os benefícios quanto ao emprego de ID no setor de saneamento, com a geração de informações mais realistas por exclusão de interpretações equivocadas, somente são proporcionados quando analisados de forma associada e contextualizada: quantificação do desempenho sob um dado ponto de vista, numa determinada área, durante um período de tempo (LOPES, 2015).

Concomitantemente à conscientização sobre a água como problemática crítica, os estudos sobre indicadores de água, em especial, avançam em todo o mundo e proporcionam o progresso na concepção de sistemas de abastecimento. Para os especialistas, a operação das redes de distribuição recebe destaque sobre a influência no desempenho dos sistemas.

Xu e Qin (2014) entendem que para áreas urbanas, a escassez de água é resultado da rápida urbanização, do crescimento populacional, e do impacto de eventos climáticos extremos. As demais resultantes são vinculadas à gestão e/ou projetos ineficientes, mesmo sendo os sistemas de engenharia sujeitos a

imprevisibilidades que tornam os prognósticos nem sempre tão assertivos. Por essas condições de limitação tanto de recurso hídrico, quanto aos desafios de planejamento e da gestão de redes de água, torna-se essencial o emprego de soluções que garantam o melhor custo-benefício. Mutikanga et al. (2010, p. 471) identificam que:

“Uma das principais questões que afetam serviços públicos de água em todo o mundo é o elevado nível de perdas de água nos sistemas de distribuição. Este problema é mais acentuado nos países em desenvolvimento, com infraestrutura envelhecida e recursos inadequados para uma gestão de ativos eficaz”.

2.3 Perdas de Água e Fatores Intervenientes

A problemática sobre perdas de água afeta prestadores de serviços de saneamento básico, no Brasil e no mundo, tanto sobre água efetivamente perdida quanto à água não faturada. E vem sendo agravada ao longo do tempo por diversos fatores: envelhecimento das instalações, expansões desordenadas dos sistemas urbanos de abastecimento, ausência de sistemas adequados de medição e problemas de gestão operacional (GOMES, 2009).

Em 1994, a *American Water Works Association Research Foundation* (AWWA) deu início à regulação do abastecimento de água através de projeto de estudo chamado “*Performance Benchmarks for Water Utilities*” (Alegre, Hirner et al., 2004). No entanto, a terminologia perdas de água foi propagada pela criação de grupo-tarefa da *International Water Association* – IWA, em 1999, reconhecidos como *Water Loss Specialist Group* – WLSG, e tornou-se responsável pela padronização de conceitos e indicadores de perdas em sistemas de abastecimento de água (ABES, 2015).

No Brasil, o estudo sobre perdas chegou nos anos 2000, pelo denominado Programa de Modernização do Setor de Saneamento – PMSS, do extinto Ministério das Cidades, e pelo trabalho desenvolvido por diversas companhias estaduais e municipais de saneamento (ABES, 2015). Esses diagnósticos resultaram em um roteiro lógico para o conhecimento do problema e a proposição de ações de combate, além da produção de tecnologias inovadoras.

Contudo, o baixo investimento em desenvolvimento institucional, a falta de controle operacional, a ausência de projeto para as ampliações das redes de

distribuição de água e a cultura generalizada do desperdício, correlacionado às pressões urbanas resultantes do crescimento populacional, provocaram à longo prazo, o sucateamento dos sistemas de abastecimento de água. E proporcionaram inclusive, o aumento das perdas em alguns sistemas (BARRETO *et al.*, 2010). Logo, conduzem à falsa percepção de maior consumo pela população e demais usos da água potável, já que na prática o consumo *per capita* aumenta conforme aumenta a população da cidade, quando na verdade se faz necessário o aumento da produção de água para compensar o aumento das perdas.

As elevadas perdas de água tornaram-se um dos maiores problemas dos sistemas de abastecimento de água brasileiro. A baixa capacidade institucional e de gestão dos sistemas; a pouca disponibilidade de recursos para investimentos; a cultura do aumento da oferta e do consumo individual, sem preocupações com a conservação e o uso racional; e as decisões pragmáticas de ampliação da carga hidráulica e extensão das redes até áreas mais periféricas dos sistemas sem os devidos estudos de engenharia são alguns dos fatores que contribuem para tal situação (MIRANDA, 2006).

Para os especialistas, a operação das redes de distribuição recebe destaque sobre a influência no desempenho dos sistemas. Xu e Qin (2014), por exemplo, confirmam que a operação de redes de água é parte fundamental por comprometer deliberações sobre custo, capacidade do sistema, restrições ambientais e muitas formas de incertezas.

As perdas de água não fazem parte apenas das problemáticas técnica e econômica, restritas à uma operadora local ou regional. Este tema tem implicações que também abrangem significativamente os demais aspectos (EUROPEAN COMMISSION, 2014; ABES, 2015):

- Políticos: relacionados às entidades responsáveis pelos serviços, agências de governo, linhas de financiamento para o setor e a mídia;
- Econômicos: relacionados à valoração dos volumes perdidos e não faturados, às despesas operacionais (energia elétrica, produtos químicos no processo de potabilidade da água etc.) e aos capitais direcionados à redução ou manutenção das perdas, importantes para a sustentabilidade das empresas;
- Sociais: relacionados ao uso consciente da água, ao pagamento ou não pelos serviços, às questões de saúde pública e à credibilidade do prestador junto à população;

- Tecnológicos: relacionados às interações entre o conhecimento técnico e as tecnologias, instrumentos e sistematizações acessíveis às atividades essenciais ao combate às perdas (a "arte do possível");
- Legais: relacionados às leis atuantes no setor, licenças e às regulações concernentes;
- Ambientais: relacionados à exploração e gestão dos recursos hídricos e energéticos, além dos efeitos das obras de saneamento.

As perdas em sistemas públicos de abastecimento de água podem ser consideradas como a totalidade dos volumes de água não contabilizados pela concessionária, englobando todos os tipos de perdas (BRASIL, 2004). Segundo os padrões recomendados pela IWA, as perdas de água são definidas como toda perda física ou não-física de água e todo o consumo não autorizado que eleva o custo de funcionamento ou que impede a realização total da receita operacional dos prestadores de saneamento. Tsutiya (2004) destaca a importância de diferenciar e quantificar as perdas físicas e as perdas não-físicas, uma vez que as ferramentas para a gestão e para o combate a cada uma das tipologias diferem substancialmente.

Silva (1998) declara que há complexidade no gerenciamento integrado do controle e redução das perdas físicas e não-físicas. Para isso, deve ser dada atenção especial às perdas de faturamento, ao cadastro de consumidores e sua permanente atualização, à política de micromedição e à manutenção preventiva do SAA. Ou seja, a associação dos setores técnico, comercial (atendimento ao usuário) e de faturamento do serviço de saneamento (SILVA, 1998).

Por isso, a IWA (*apud* AESBE, 2015) aponta fatores de influência como: a relação entre vazamento e pressão, a modelagem de balanços hídricos, a elaboração de indicadores de perdas mais apropriados à análise e comparação entre sistemas, a investigação dos constituintes de perdas, o estabelecimento do conceito de Distrito de Medição e Controle como meio de redução do tempo de conhecimento dos vazamentos e outras contribuições.

Sendo assim, para a determinação destes fatores de influência e consequente distinção entre as perdas físicas e não-físicas, faz-se fundamental a quantificação volumétrica da água perdida. Esse dado - que auxilia no conhecimento, diagnóstico e avaliação do SAA - é obtido através de 2 (dois) níveis de medição:

- **Macromedicação:** é o conjunto de medições de vazão, pressão e nível de reservatório efetuado nos sistemas de abastecimento de água. Considera a água captada no manancial até a água que chega ao consumidor, imediatamente antes do ponto final. A Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS) em sua Resolução Normativa nº 19, de 27 de março de 2019, inclui ETA, adutoras e linhas de recalque e reservatórios como pontos essenciais para dispor de macromedicação. A ARIS define ainda em sua Metodologia para Avaliação dos Indicadores de Desempenho como satisfatório os Índices de Macromedicação acima de 90%.
- **Micromedicação:** é a apuração do volume de água através de leituras periódicas nos hidrômetros instalados na entrada do consumidor (imóvel residencial, comercial, indústria). O valor total dessas leituras é confrontado com a macromedicação, ambas apuradas em um mesmo intervalo de tempo.

2.3.1 Perdas Não-físicas ou Aparentes

Perdas não físicas ou aparentes equivalem ao volume de água consumido, porém, não faturado pelo prestador. Em geral, são instituídas por dois componentes principais: (i) consumos não autorizados e (ii) submedição dos hidrômetros e erros no manuseio de dados. A exemplo de fraudes, ligações clandestinas, erros de macromedicação e micromedicação, e falhas no cadastro comercial. Por isso, também são denominadas de perdas comerciais.

No Brasil, a perda aparente provocada pela submedição dos hidrômetros costuma ser bem expressiva, e torna-se assim, essencial para a determinação na modelagem do balanço hídrico (AESBE, 2015). Subestimar o volume de perdas aparentes faz com que sejam consideradas mais perdas reais (como vazamento, por exemplo). Assim, as ações são voltadas para o operacional, quando também deveriam ser comerciais.

2.3.2 Perdas Físicas ou Reais

Perdas físicas ou reais correspondem ao volume de água produzido, porém não consumido, ou seja, o prestador de serviço não cumpre a missão de entregar água até o consumidor final. São consideradas ocorrências por vazamentos nas

adutoras, redes, reservatórios e também extravasamentos em reservatórios. Esse tipo de perda exige medidas técnicas de engenharia de projeto, construção, operação e manutenção de sistemas de abastecimento de água.

Como principais causas, destacam-se os vazamentos em tubulações da rede de distribuição, geralmente, por consequência de pressão elevada em regiões com topografia irregular. Contribuem também para a ocorrência desses vazamentos a qualidade dos materiais e da implementação da rede de distribuição, a idade das tubulações e a ausência de programas de monitoramento de perdas (Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA, 2014; BÁGGIO, 2014).

Para o conhecimento do volume das perdas reais, faz-se fundamental o papel das perdas aparentes, conforme a equação:

$$\text{Perdas reais} = \text{Volume de entrada} - \text{Consumo autorizado} - \text{Perdas aparente} \quad (1)$$

Desta forma, a confiabilidade da determinação de perdas reais procede da confiabilidade da determinação de perdas aparentes, embora estas sejam submedidas na maioria dos sistemas brasileiros.

Os vazamentos nas redes de distribuição e nos ramais prediais são análogos aos vazamentos nas adutoras. As razões frequentes para este tipo de intercorrência são: i) pressões elevadas, ii) transientes hidráulicos, iii) variação da pressão, iv) má qualidade de materiais dos componentes dos sistemas, v) má qualidade da mão-de-obra utilizada na implantação e manutenção dos sistemas, vi) inadequação do ferrule, vii) falhas de operação, (viii) intervenção de terceiros, ix) corrosividade da água e do solo, x) intensidade de tráfego, xi) inexistência de política de detecção de vazamentos não-visíveis, xii) deficiência no reaterro dos ramais (COSTA, 2009, p. 4).

Por possuir maior extensão nos sistemas, além das condições de implantação as quais são submetidos, as redes de distribuição e os ramais prediais são componentes dos sistemas com os números mais elevados de vazamentos e volume perdido. Estima-se que dentre o total de vazamentos, 70% a 90% ocorrem nos ramais prediais e cavaletes. Já o maior volume de água é perdido nas redes de distribuição (BRASIL, 2004, p. 20; TARDELLI FILHO, 2006, p. 467).

2.4 Avaliação de Desempenho sobre Perdas de Água

A determinação de diretrizes contínuas de redução e controle de perdas garante benefícios em curto, médio e longo prazos, com eficiência e eficácia. Ações relativamente simples para avaliação destas perdas são os métodos como o do balanço hídrico, das vazões noturnas, entre demais. E para isso, a obtenção de informações permite diagnosticar as perdas e orientar a definição de ações e estratégias de combate (SNIS, 2020).

Atualmente, a aplicação da metodologia da IWA tem sido tomada como oficial na maioria dos países desenvolvidos e também por diversas agências reguladoras. Porém, os bancos de dados tradicionais (como o brasileiro SNIS, por exemplo) avaliam os sistemas desde uma perspectiva comercial e financeira sem considerar a distinção entre os tipos de perdas. Essa avaliação menos detalhista acarreta em limitação ou equívoco nas estratégias relacionadas às perdas.

Para que sejam permitidas comparações sobre o desempenho do índice de perdas entre sistemas distintos, e assim proporcionados os diagnósticos e as tomadas de decisão coerentes, tornam-se indispensáveis a confiabilidade e a padronização dos dados.

A IWA, através da publicação *Performance Indicators for Water Supply Services – Manual of Best Practice*, estabelece e define uma série de índices de perdas para sistemas de abastecimento de água, por meio da técnica de balanço hídrico de abordagem *top down*. Os principais são: índice percentual; índice de perdas por ramal; índice de perdas por extensão de rede; e índice de infraestrutura de perdas.

2.4.1 Índice Percentual

O índice percentual (IP) correlaciona o volume total anual fornecido (volume produzido ou disponibilizado ao sistema) e os volumes autorizados (faturados e não faturados), conforme a formulação:

$$IP = \frac{V_{\text{fornecido}} - V_{\text{autorizado faturado}} - V_{\text{autorizado não faturado}}}{V_{\text{fornecido}}} \times 100 \text{ [\%]}$$

Pode-se considerar o sistema desde a captação até a entrega ao consumidor final, ou restringir uma parte do sistema e considerar apenas a rede de distribuição, por exemplo.

Este é um índice didático por facilmente ser compreendido por técnicos e usuários, porém provoca dificuldade na comparação entre sistemas distintos e/ou setores de abastecimento. Miranda (2010) justifica que em análises feitas entre sistemas com o mesmo volume de perdas pode ser detectado menor valor no percentual das perdas, por intervenção do maior consumo.

Adiante, possibilita erro de interpretação sobre o consumo em sistemas com intermitência no abastecimento e demandas reprimidas em determinadas áreas, que devido a sua variação causa a flutuação dos indicadores de perdas. Por esses casos, não é recomendado o emprego deste como um indicador técnico para a gestão das perdas na distribuição de água (TARDELLI FILHO, 2006).

2.4.2 Índice de Perdas por Ramal

O indicador de perdas por ramais correlaciona o volume perdido total anual com o número médio de ramais existentes na rede de distribuição de água, considerando um fator de escala para melhor comparar sistemas de diferentes tamanhos (TARDELLI FILHO, 2006). Segue abaixo:

$$\text{Índice de Perdas por Ramal} = \frac{\text{Volume perdido anual}}{\text{nº de ramais} \times 365} [\text{m}^3 / \text{ramal.dia}]$$

Esse indicador apresenta valores altos em regiões com baixa densidade de ramais. Afim de evitar erros de interpretação, recomenda-se o emprego quando identificado número superior a 20 ramais/km.

Segundo Tardelli Filho (2006), esse indicador é limitado por não considerar a influência da pressão de operação do sistema como uma variável na comparação do desempenho das perdas reais.

2.4.3 Índice de Perdas por Extensão de Rede

O indicador de perdas por extensão correlaciona o volume perdido total anual e a extensão da rede de distribuição de água existente no sistema sob análise, conforme abaixo:

$$\text{Índice de perdas por extensão de rede} = \frac{\text{Volume perdido anual}}{\text{Extensão da rede} \times 365} \text{ [m}^3 \text{ / km.dia]}$$

Esse indicador apresenta valores altos em regiões com elevada densidade demográfica. Afim de evitar erros de interpretação, recomenda-se o emprego quando identificado número inferior a 20 ramais/km.

Segundo Tardelli Filho (2006), esse indicador é limitado como o indicador de perdas por ramal, já que também não considera a pressão de operação da rede entre as variáveis.

2.4.4 Índice de Infraestrutura de Perdas

O índice de infraestrutura de perdas (IIE) é adimensional e correlaciona o nível atual de perdas encontrado em um sistema e o nível mínimo de perdas esperado para o sistema (perdas inevitáveis). Os valores próximos a 1 representam um bom gerenciamento da infraestrutura e a tendência de afastamento deste número representa a piora do gerenciamento. Segue a equação:

$$\text{Índice de infraestrutura} = \frac{\text{Volume perdido total anual}}{\text{Volume perdido total inevitável anual}}$$

Este índice de performance, diferentemente dos anteriores, considera a pressão de operação de rede como uma variável.

Por sua vez, a componente volume perdido total inevitável anual (denominador da equação), depende das condições da infraestrutura da rede. É uma

situação ideal, aceitável, que envolve baixos índices de vazamentos inerentes, baixa frequência de novos vazamentos, alto padrão de agilidade e qualidade no conserto de vazamentos (THORTON, 2002).

Por sua vez, a determinação do volume perdido total inevitável anual é feita conforme equação a seguir:

$$\text{Volume perdido total inevitável anual} = (1,8 \times L_m + 0,8 \times NL) \times \frac{P}{1000} \text{ [m}^3 \text{ / dia]}$$

Onde:

L_m = comprimento da rede [km];

NL = número de ligações;

P = pressão média [mca].

Recomenda-se o emprego em setores número superior a 5000 ligações, pressões acima que 20 mca e densidade de ligações que não seja inferior a 10 lig/km.

2.4.5 Avaliação de Perdas no Brasil

A Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020, também chamada de Novo Marco do Saneamento, tem o desígnio de alcançar a universalização dos serviços até 2033 e determinar padrões de qualidade e eficiência na prestação dos serviços no setor (BRASIL, 2020).

Essa nova lei é complementada pela Portaria nº 490 de 22 de março de 2021 do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), que dispõe sobre destinação de recursos públicos estritamente ao cumprimento de metas sobre índice de perda de água na distribuição. Serão beneficiados os municípios que apresentarem índices menores ou iguais aos seguintes, comparados ao índice médio nacional da última atualização da base de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (MDR, 2021):

“I - 100% nos anos de 2021 e 2022; II - 95% nos anos de 2023 e 2024; III - 90% nos anos de 2025 e 2026; IV - 85% nos anos de 2027 e 2028; V - 80% nos anos de 2029 e 2030; VI - 75% nos anos de 2031 e 2032; VII - 70% no ano de 2033; e VIII - 65% a partir do ano de 2034” (MDR, 2021).

Os índices de perdas estabelecidos para avaliação nacional são: IN049 – índice de perdas na distribuição e IN051 – índice de perdas por ligação. As informações envolvidas para o cálculo dos índices perdas e demais considerações são apresentadas nas Figura 2 e Figura 3:

Figura 2 - Índice de perdas na distribuição conforme Glossário SNIS

IN049 - Índice de perdas na distribuição		
Forma de cálculo	Informações envolvidas	Unidade
$\frac{AG006 + AG018 - AG010 - AG024}{AG006 + AG018 - AG024} \times 100$	AG006: Volume de água produzido AG010: Volume de água consumido AG018: Volume de água tratada importado AG024: Volume de serviço	percentual

Fonte: SNIS (2019).

Figura 3 - Índice de perdas por ligação conforme Glossário SNIS

IN051 - Índice de perdas por ligação		
Forma de cálculo	Informações envolvidas	Unidade
$\frac{AG006 + AG018 - AG010 - AG024}{AG002} \times \frac{1.000.000}{365}$	AG002: Quantidade de ligações ativas de água AG006: Volume de água produzido AG010: Volume de água consumido AG018: Volume de água tratada importado AG024: Volume de serviço	l/lig./dia
Comentários: AG002*: utiliza-se a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo.		

Fonte: SNIS (2019).

2.5 Banco de dados

A sistematização de informações coesas depende da qualificação das fontes oficiais. Mesmo reconhecidos os problemas na formação de bases de dados, instituições governamentais e civis têm buscado sistematizar a coleta e divulgação de informações referentes aos serviços de saneamento básico, e especialmente das atividades de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Brasil (Soares *et al.*, 2018).

Dentre os principais provedores de informações concernentes ao saneamento, podem ser destacados: a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), o Atlas Brasil e o Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS).

A transmissão dos dados de desempenho dos serviços de saneamento pelo prestador é obrigação disposta na Lei Federal nº 11.445/2007. A gestão dessas informações para a composição da análise situacional do setor é fomentada nesta mesma lei, em seu Art. 6º. A divulgação dos resultados e o direito do cidadão ao acesso são garantidos também pela Lei 11.445/2007 e pela Lei Federal nº 12.527/2011.

2.5.1 Pesquisa Nacional sobre Saneamento Básico - PNSB

A Pesquisa Nacional sobre Saneamento Básico (PNSB) investiga a situação do saneamento básico em todos os municípios brasileiros, contextualizando sobre a oferta e a qualidade dos serviços prestados, analisando as condições ambientais e efeitos diretos à saúde e qualidade de vida da população, através da colaboração dos órgãos públicos e empresas privadas (PNSB, 2008). O primeiro levantamento realizado foi em 1974, pelo Ministério da Saúde e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e depois os levantamentos ocorreram nos anos de 1977, 1989, 2000, 2008 e mais recentemente em 2017 (IBGE, 2020).

Os dados da PNSB são obtidos por meio de entrevistas telefônicas, em consulta direta às entidades executoras de serviços de saneamento (prefeituras, companhias estaduais e/ ou municipais, fundações, consórcios intermunicipais, empresas privadas, etc.). Também é realizada a aplicação, presencialmente, de três questionários distintos sobre: entidade, abastecimento de água e esgotamento sanitário.

A PNSB 2017 obteve informações sobre captação, coleta, tratamento, redes de distribuição e cobrança, entre outros aspectos dos serviços de saneamento. A partir dessas informações, o IBGE formulou e disponibilizou indicadores que têm a intenção de representar o cenário brasileiro recente. A versão 2017 da PNSB foi desenvolvida no período entre 2015 a 2020 por módulos: cadastramento de gestores e entidades executoras de serviços de saneamento básico; atualização cadastral das entidades executoras de serviços; aplicação, nas prefeituras, do Suplemento de Saneamento Básico da Pesquisa de Informações Básicas Municipais - MUNIC 2017; aplicação dos questionários temáticos direcionados às entidades executoras nos anos

de 2018 e 2019. Somente em 2020 a pesquisa foi concluída através da divulgação desses resultados (IBGE, 2020).

O IBGE, em seu portal na *Internet*, oferta os dados de modo *on-line* para que sejam acessados após *download* de planilha em *Excel*. Os resultados são segmentados para o conjunto do país, grandes regiões e unidades da federação. E disponibiliza os dados coletados em formato de plano tabular completo, o que viabiliza as possibilidades de exploração dos resultados da pesquisa.

O plano tabular da pesquisa consiste na categorização e contextualização das informações, tanto por dados gerais quanto para dados específicos como abastecimento de água (este contempla 116 tabelas). A Figura 4 exemplifica a obtenção dos dados gerais e uma parte parcial dos dados sobre água.

Figura 4 – Plano tabular do PNSB

PLANO TABULAR DA PESQUISA NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO (PNSB)	
DADOS GERAIS	
Tabela 1 - Municípios, total, com serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição e com serviço de esgotamento sanitário por rede coletora, segundo as Grandes Regiões e as Unidades da Federação - 2000/2008/2017	
Tabela 2 - Municípios, total, com serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição e com serviço de esgotamento sanitário por rede coletora, por condição de funcionamento dos serviços, segundo as Grandes Regiões e as classes de tamanho da população dos municípios - 2017	
Tabela 3 - Municípios, total, com serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição e com serviço de esgotamento sanitário por rede coletora, por condição de funcionamento dos serviços, segundo as Grandes Regiões e as Unidades da Federação - 2017	
Tabela 4 - Pessoal ocupado nos serviços de abastecimento de água por rede geral de distribuição ou esgotamento sanitário por rede coletora em funcionamento, por tipo de função, tipo de contratação e tipo de vínculo, segundo as Grandes Regiões e as classes de tamanho da população dos municípios - 2017	
Tabela 5 - Pessoal ocupado nos serviços de abastecimento de água por rede geral de distribuição ou esgotamento sanitário por rede coletora em funcionamento, por tipo de função, tipo de contratação e tipo de vínculo, segundo as Grandes Regiões e as Unidades da Federação - 2017	
ABASTECIMENTO DE ÁGUA	
Tabela 6 - Municípios, total e com serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição em funcionamento, por esfera administrativa das entidades prestadoras do serviço, segundo as Grandes Regiões e as classes de tamanho da população dos municípios - 2017	
Tabela 7 - Municípios, total e com serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição em funcionamento, por esfera administrativa das entidades prestadoras do serviço, segundo as Grandes Regiões e as Unidades da Federação - 2017	
Tabela 8 - Municípios, total e com serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição em funcionamento, por natureza jurídica das entidades prestadoras do serviço, segundo as Grandes Regiões e as classes de tamanho da população dos municípios - 2017	
Tabela 9 - Municípios, total e com serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição em funcionamento, por natureza jurídica das entidades prestadoras do serviço, segundo as Grandes Regiões e as Unidades da Federação - 2017	
Tabela 10 - Municípios, total, com serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição, com serviço paralisado durante todo o ano de 2017, por motivo da paralisação e com soluções alternativas oferecidas pela entidade, por tipo de soluções alternativas, segundo as Grandes Regiões e as classes de tamanho da população dos municípios - 2017	

Fonte: IBGE (2021).

E na Figura 5 é apresentado um resultado de simulação de pesquisa:

Figura 5 – Simulação de pesquisa no PNSB

Tabela 6 - Municípios, total e com serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição em funcionamento, por esfera administrativa das entidades prestadoras do serviço, segundo as Grandes Regiões e as classes de tamanho da população dos municípios - 2017								
Grandes Regiões e classes de tamanho da população dos municípios	Municípios							
	Total	Com serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição em funcionamento						
		Esfera administrativa das entidades prestadoras do serviço						
		Total	Federal	Estadual	Municipal	Privada	Interfederativa	Intermunicipal
Brasil	5 570	5 517	1	3 934	2 535	835	1	10
Até 5 000	1 235	1 226	-	790	572	147	-	1
De 5 001 a 10 000	1 215	1 191	-	887	543	148	-	4
De 10 001 a 20 000	1 352	1 343	-	1 032	608	203	-	3
De 20 001 a 50 000	1 103	1 092	-	790	525	200	-	2
De 50 001 a 100 000	355	355	-	234	165	83	-	-
De 100 001 a 500 000	268	268	1	171	112	50	1	-
Mais de 500 000	42	42	-	30	10	4	-	-
Norte	450	439	1	231	182	77	-	-
Até 5 000	77	77	-	62	8	8	-	-
De 5 001 a 10 000	80	79	-	44	20	20	-	-
De 10 001 a 20 000	106	103	-	43	50	20	-	-
De 20 001 a 50 000	115	108	-	47	63	13	-	-
De 50 001 a 100 000	45	45	-	19	31	10	-	-
De 100 001 a 500 000	23	23	1	13	10	5	-	-
Mais de 500 000	4	4	-	3	-	1	-	-
Nordeste	1 794	1 756	-	1 444	945	356	-	7
Até 5 000	233	224	-	162	138	48	-	1
De 5 001 a 10 000	358	339	-	270	189	61	-	3
De 10 001 a 20 000	563	557	-	483	285	104	-	3
De 20 001 a 50 000	455	451	-	381	242	97	-	-
De 50 001 a 100 000	122	122	-	96	62	34	-	-
De 100 001 a 500 000	52	52	-	41	28	12	-	-
Mais de 500 000	11	11	-	11	1	-	-	-
Sudeste	1 668	1 668	-	1 110	815	100	-	-
Até 5 000	369	369	-	252	165	4	-	-
De 5 001 a 10 000	389	389	-	272	202	11	-	-
De 10 001 a 20 000	362	362	-	265	178	24	-	-
De 20 001 a 50 000	289	289	-	172	158	27	-	-
De 50 001 a 100 000	113	113	-	65	54	16	-	-
De 100 001 a 500 000	128	128	-	73	51	17	-	-
Mais de 500 000	18	18	-	11	7	1	-	-
Sul	1 191	1 190	-	856	428	233	-	3
Até 5 000	421	421	-	224	210	83	-	-
De 5 001 a 10 000	274	273	-	230	87	45	-	1
De 10 001 a 20 000	226	226	-	188	59	37	-	-
De 20 001 a 50 000	163	163	-	136	40	41	-	2
De 50 001 a 100 000	55	55	-	43	13	16	-	-
De 100 001 a 500 000	48	48	-	33	17	11	-	-
Mais de 500 000	4	4	-	2	2	-	-	-
Centro-Oeste	467	464	-	293	165	69	1	-
Até 5 000	135	135	-	90	51	4	-	-
De 5 001 a 10 000	114	111	-	71	45	11	-	-
De 10 001 a 20 000	95	95	-	53	36	18	-	-
De 20 001 a 50 000	81	81	-	54	22	22	-	-
De 50 001 a 100 000	20	20	-	11	5	7	-	-
De 100 001 a 500 000	17	17	-	11	6	5	1	-
Mais de 500 000	5	5	-	3	-	2	-	-

Fonte: IBGE (2021).

2.5.2 ATLAS BRASIL

O Atlas Brasil é um estudo divulgado pela ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico) desde 2005 e que inicialmente contemplava apenas a região nordeste. Após, o Atlas Brasil contemplou a região sul e as regiões metropolitanas de todo o país e atualmente inclui todo o território nacional.

Em 2010, a ANA publicou a última versão do Atlas Brasil, um estudo avaliando e propondo ações para garantir a oferta de água nas áreas urbanas brasileiras até 2025, através da análise de escassez hídrica. A pesquisa foi desenvolvida em quatro etapas: (i) oferta e demanda hídrica, (ii) diagnóstico (balanço hídrico, avaliação dos sistemas, identificação de investimentos), (iii) planejamento e (iv) estratégias e implementação (ANA, 2010).

Este banco de informações se fez pelas interações entre os estados, municípios, entidades responsáveis pelos setores de recursos hídricos e saneamento dos três níveis da federação (prestadores de serviços de saneamento, comitês e agências de bacias hidrográficas e pelo extinto Ministério das Cidades).

As informações são disponibilizadas no site da ANA, além de um aplicativo disponível para *smartphones*. A pesquisa é categorizada por resultados nacionais (regiões hidrográficas, geográficas, aglomerados urbanos), estado e município.

Os dados coletados abordam além de informações gerais, proposições como soluções e arranjos institucionais, racionalização de investimentos (se o sistema precisa ou não de ampliação) e possível ferramenta para tomada de decisões. Segue uma simulação de pesquisa na figura abaixo para exemplificar o formato dos resultados:

Figura 6 – Resultado da pesquisa Atlas Brasil

Município	Estado	Região Hidrográfica	Ano IDH	IDH	População			Demanda Média (l/s)			Manancial	Tipo Manancial	Tipo Sistema	Sistema	Município(Resultado Final)
					2005	2015	2025	2005	2015	2025					
Iraceminha	SC	Região Hidrográfica do Uruguai	2000	0,7770	1.257	1.681	2.201	3	4	5	Rio Iraceminha	Superficial	Isolado	ETA I Iraceminha	Requer ampliação sistema
Irani	SC	Região Hidrográfica do Uruguai	2000	0,7980	5.609	6.907	8.109	15	19	22	Poço 1 Irani	Subterrâneo	Isolado	Poço 1 Irani	Requer ampliação sistema
Irani	SC	Região Hidrográfica do Uruguai	2000	0,7980	5.609	6.907	8.109	15	19	22	Poço 2 Irani	Subterrâneo	Isolado	Poço 2 Irani	Requer ampliação sistema
Irani	SC	Região Hidrográfica do Uruguai	2000	0,7980	5.609	6.907	8.109	15	19	22	Poço 3 Irani	Subterrâneo	Isolado	Poço 3 Irani	Requer ampliação sistema
Irati	SC	Região Hidrográfica do Uruguai	2000	0,7730	405	411	458	1	1	1	Poço 01 Irati	Subterrâneo	Isolado	Casa de Química 01 Irati	Abastecimento satisfatório
Irati	SC	Região Hidrográfica do Uruguai	2000	0,7730	405	411	458	1	1	1	Poço 02 Irati	Subterrâneo	Isolado	Casa de Química 01 Irati	Abastecimento satisfatório
Irineópolis	SC	Região Hidrográfica do Paraná	2000	0,7670	3.187	3.739	4.438	8	9	11	Poço 1 Irineópolis	Subterrâneo	Isolado	ETA I Irineópolis	Requer ampliação sistema
Irineópolis	SC	Região Hidrográfica do Paraná	2000	0,7670	3.187	3.739	4.438	8	9	11	Rio Iguaguá	Superficial	Isolado	ETA I Irineópolis	Requer ampliação sistema
Irineópolis	SC	Região Hidrográfica do Paraná	2000	0,7670	3.187	3.739	4.438	8	9	11	Poço 2 Irineópolis	Subterrâneo	Isolado	ETA I Irineópolis	Requer ampliação sistema
Itá	SC	Região Hidrográfica do Uruguai	2000	0,8050	3.664	4.613	4.999	9	11	12	Poço 1 Itá	Subterrâneo	Isolado	Poço 1 Itá	Abastecimento satisfatório
Itá	SC	Região Hidrográfica do Uruguai	2000	0,8050	3.664	4.613	4.999	9	11	12	Poço 2 Itá	Subterrâneo	Isolado	Poço 2 Itá	Abastecimento satisfatório
Itá	SC	Região Hidrográfica do Uruguai	2000	0,8050	3.664	4.613	4.999	9	11	12	Poço 3 Itá	Subterrâneo	Isolado	Poço 3 Itá	Abastecimento satisfatório
Itaíópolis	SC	Região Hidrográfica do Paraná	2000	0,7380	9.517	11.593	13.696	26	31	37	Rio São Lourenço	Superficial	Isolado	ETA I Itaíópolis	Requer novo manancial
Itajaí	SC	Região Hidrográfica Atlântico Sul	2000	0,8250	153.028	174.457	189.564	484	552	600	Rio Itajaí-Mirim	Superficial	Integrado	ETA 01 Itajaí	Requer ampliação sistema
Itajaí	SC	Região Hidrográfica Atlântico Sul	2000	0,8250	153.028	174.457	189.564	484	552	600	Rio Canhanduba	Superficial	Isolado	ETA 02 Itajaí	Requer ampliação sistema
Itapema	SC	Região Hidrográfica Atlântico Sul	2000	0,8350	30.354	39.381	41.970	82	106	113	Areal	Superficial	Isolado	ETA Areal	Abastecimento satisfatório
Itapema	SC	Região Hidrográfica Atlântico Sul	2000	0,8350	30.354	39.381	41.970	82	106	113	Bairro Ilhota	Superficial	Isolado	ETA Ilhota	Abastecimento satisfatório
Itapema	SC	Região Hidrográfica Atlântico Sul	2000	0,8350	30.354	39.381	41.970	82	106	113	Lagoa	Superficial	Isolado	ETA Morretes	Abastecimento satisfatório
Itapema	SC	Região Hidrográfica Atlântico Sul	2000	0,8350	30.354	39.381	41.970	82	106	113	São Paulinho	Superficial	Isolado	ETA São Paulinho	Abastecimento satisfatório
Itapema	SC	Região Hidrográfica Atlântico Sul	2000	0,8350	30.354	39.381	41.970	82	106	113	Bairro Sertãozinho	Superficial	Isolado	ETA Sertãozinho	Abastecimento satisfatório
Itapiranga	SC	Região Hidrográfica do Uruguai	2000	0,8320	6.535	9.391	10.761	18	25	29	Rio Uruguai	Superficial	Isolado	ETA 01 Itapiranga	Abastecimento satisfatório
Itapiranga	SC	Região Hidrográfica do Uruguai	2000	0,8320	6.535	9.391	10.761	18	25	29	Rio Uruguai	Superficial	Isolado	ETA 02 Itapiranga	Abastecimento satisfatório
Itapiranga	SC	Região Hidrográfica do Uruguai	2000	0,8320	6.535	9.391	10.761	18	25	29	Rio Peri-Guaçu	Superficial	Isolado	ETA 03 Itapiranga	Abastecimento satisfatório
Itapoá	SC	Região Hidrográfica Atlântico Sul	2000	0,7930	9.600	12.360	13.572	26	33	37	Rio Sai-Mirim	Superficial	Isolado	ETA 01 Itapoá	Abastecimento satisfatório
Itapoá	SC	Região Hidrográfica Atlântico Sul	2000	0,7930	9.600	12.360	13.572	26	33	37	Rio Sai-Mirim	Superficial	Isolado	ETA 02 Itapoá	Abastecimento satisfatório
Itaporanga	SC	Região Hidrográfica Atlântico Sul	2000	0,8250	12.697	15.253	17.876	34	41	48	Rio Itajaí Sul	Superficial	Isolado	ETA I Itaporanga	Requer ampliação sistema
Jaborá	SC	Região Hidrográfica do Uruguai	2000	0,7940	1.466	1.861	2.097	4	5	5	Poço 1 Jaborá	Subterrâneo	Isolado	Poço 1 Jaborá	Abastecimento satisfatório
Jaborá	SC	Região Hidrográfica do Uruguai	2000	0,7940	1.466	1.861	2.097	4	5	5	Poço 2 Jaborá	Subterrâneo	Isolado	Poço 2 Jaborá	Abastecimento satisfatório

Fonte: ANA (2021).

Por ser um estudo de planejamento e não uma pesquisa, o histórico do Atlas Brasil não apresenta periodicidade de publicações, sendo caracterizado pela imprevisibilidade de novas edições e pelo acompanhamento instável da implementação das soluções propostas.

2.5.3 Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) foi criado pelo Governo Federal com o propósito de coletar informações sobre os serviços concernentes ao saneamento em todo o Brasil, tendo a primeira edição dados em 1995 e divulgação em 1996. Os primeiros estudos apresentados abordaram somente os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, entretanto em 2002, os serviços referentes aos resíduos sólidos urbanos começaram a ser contemplados pelo estudo (Ministério das Cidades, 2016).

A divulgação dos dados pelo SNIS ocorre anualmente, pelo antigo MCidades (Ministério das Cidades) e atual Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), por meio da Secretaria Nacional de Saneamento (SNS), com a publicação de relatório sobre diagnóstico dos serviços e planilhas contendo as informações declaradas. A última publicação, até o presente momento, foi realizada em dezembro

de 2021 com dados referentes a 2020. Para Carvalho (2013), o SNIS é o sistema com o maior agrupamento de indicadores que são divididos em cinco dimensões: econômico-financeira, administrativa, operacional, balanço e qualidade. Assim, são contemplados dados desde a captação até a distribuição para o consumo, população atendida, número de ligações ativas na rede de distribuição, volumes de água tratada, disponibilizado, consumido e faturado, as possíveis perdas de água durante sua distribuição, entre outras informações.

A obtenção dos dados é feita pelo *site* do SNIS e se inicia com a escolha do componente do SNIS. É possível ainda selecionar filtros como a localização (estado, município), prestadora de serviços, entre outros. Na Figura 7 é apresentado o resultado de uma simulação realizada no *website* do SNIS.

Figura 7 – Resultado da pesquisa no SNIS

Município	Estado	Ano de Referência	Sigla do Prestador	AG001 - População total atendida com abastecimento de água	AG002 - Quantidade de ligações ativas de água	AG003 - Quantidade de economias ativas de	AG004 - Quantidade de ligações ativas de água	AG005 - Extensão da rede de água
Abelardo Luz	SC	2019	CASAN	11.998	3.331	4.132	3.331	56,54
Agrolândia	SC	2019	CASAN	8.488	2.668	3.092	2.668	81,6
Agrolândia	SC	2019	CASAN	2.901	936	1.036	936	19,92
Água Doce	SC	2019	CASAN	4.020	1.348	1.535	1.348	23,7
Águas de Chapecó	SC	2019	CASAN	3.726	1.088	1.404	1.087	67,1
Águas Frias	SC	2019	CASAN	1.264	412	465	412	25,1
Águas Mornas	SC	2019	CASAN	2.644	853	940	853	35,18
Alfredo Wagner	SC	2019	CASAN	3.427	1.078	1.418	1.078	21,75
Anchieta	SC	2019	CASAN	3.944	1.418	1.536	1.418	26,96
Angelina	SC	2019	CASAN	1.038	342	436	342	10,57
Anita Garibaldi	SC	2019	CASAN	5.633	1.818	2.081	1.818	19,94
Antônio Carlos	SC	2019	CASAN	6.230	1.848	2.232	1.847	85,17
Apiúna	SC	2019	CASAN	7.836	2.430	2.823	2.430	62,5
Armazém	SC	2019	CASAN	4.530	1.323	1.688	1.323	29,78
Arroio Trinta	SC	2019	CASAN	3.089	989	1.200	989	25,51
Ascurra	SC	2019	CASAN	7.934	2.589	2.870	2.589	89,54
Atalanta	SC	2019	CASAN	1.485	534	588	534	11,27
Aurora	SC	2019	CASAN	1.624	551	644	551	19,12
Balneário Barra do Sul	SC	2019	CASAN	10.742	9.609	10.274	9.609	94,56
Balneário Piçarras	SC	2019	CASAN	23.147	10.985	14.530	10.985	107,51
Bandeirante	SC	2019	CASAN	1.374	457	500	457	18,96
Barra Bonita	SC	2019	CASAN	420	171	191	171	3,01
Barra Velha	SC	2019	CASAN	29.168	17.650	20.926	17.644	222,63

Fonte: SNIS (2021).

A coleta de dados do SNIS ocorre através de fontes primárias de informações – são os próprios prestadores de serviços e os gestores dos municípios que preenchem um formulário *on-line* para fornecimento dos dados solicitados. A declaração das informações não é do tipo compulsória, o que não assegura que todos os municípios brasileiros serão retratados no levantamento realizado.

Pelo SNIS ser um sistema autodeclaratório, e também por servir de banco de dados oficial às agências reguladoras para atividades de regulação e fiscalização dos serviços, foi desenvolvida uma parceria com a Associação Brasileira de Agências de Regulação (ABAR) e com recursos do Programa Interáguas (com apoio do Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento – BIRD) para dar início ao “Projeto Acertar”. Esse projeto tem como objetivo desenvolver metodologias de Auditoria e Certificação de informações do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS; ACERTAR, 2020).

3 METODOLOGIA

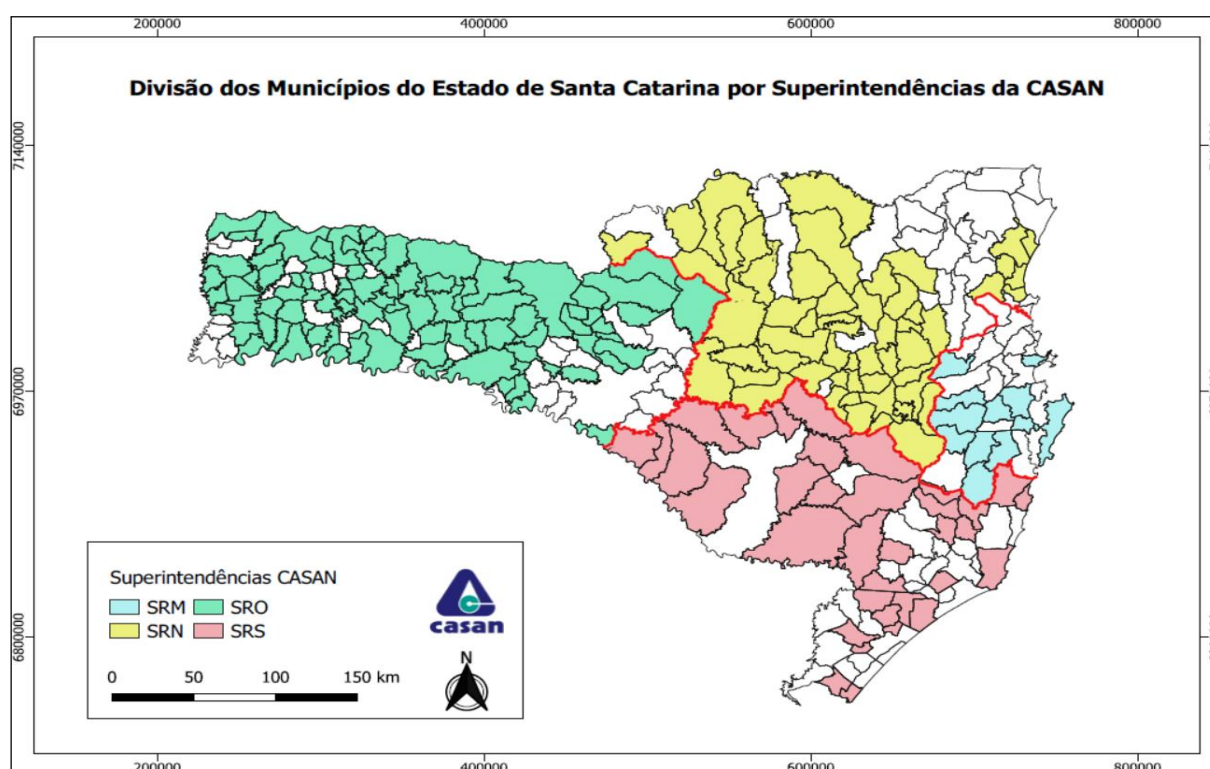
A pesquisa pode ser classificada essencialmente como uma pesquisa aplicada quantitativa pois gera informações baseadas em dados reais de saneamento para aplicações práticas com objetivo de contribuir com a problemática sobre perdas de água – tanto para a CASAN quanto para as discussões no país. Quanto aos objetivos, o trabalho possui etapas exploratórias e descritivas, visando-se sobretudo verificar se alguns fatores podem interferir no desempenho dos indicadores de perdas de água analisados.

O trabalho é caracterizado ainda, como um estudo de caso, tendo em vista a análise aprofundada de informações referentes a um recorte específico que são os municípios catarinenses atendidos pela CASAN. Estes municípios são listados no Anexo B.

A CASAN opera seus sistemas de saneamento através de agências municipais que são coordenadas e recebem apoio da Matriz da Companhia (sede em Florianópolis) e por quatro Superintendências Regionais de Negócios: Norte/Vale do Itajaí (sede em Rio do Sul), Oeste (sede em Chapecó), Sul/Serra (sede em Criciúma) e Metropolitana da Grande Florianópolis (sede em Florianópolis) - a Figura 8 mostra

o mapa da CASAN dividido por suas superintendências. Esta abrangência no atendimento aos municípios por todo o território de SC permite o acesso a um banco de dados bem heterogêneo, pelas diferentes características (relevo, temperatura, densidade demográfica, sociocultural, etc.) e ainda diferentes equipes atuantes em cada SR. Essa diversidade permite avaliar os efeitos no desempenho dos indicadores de perdas.

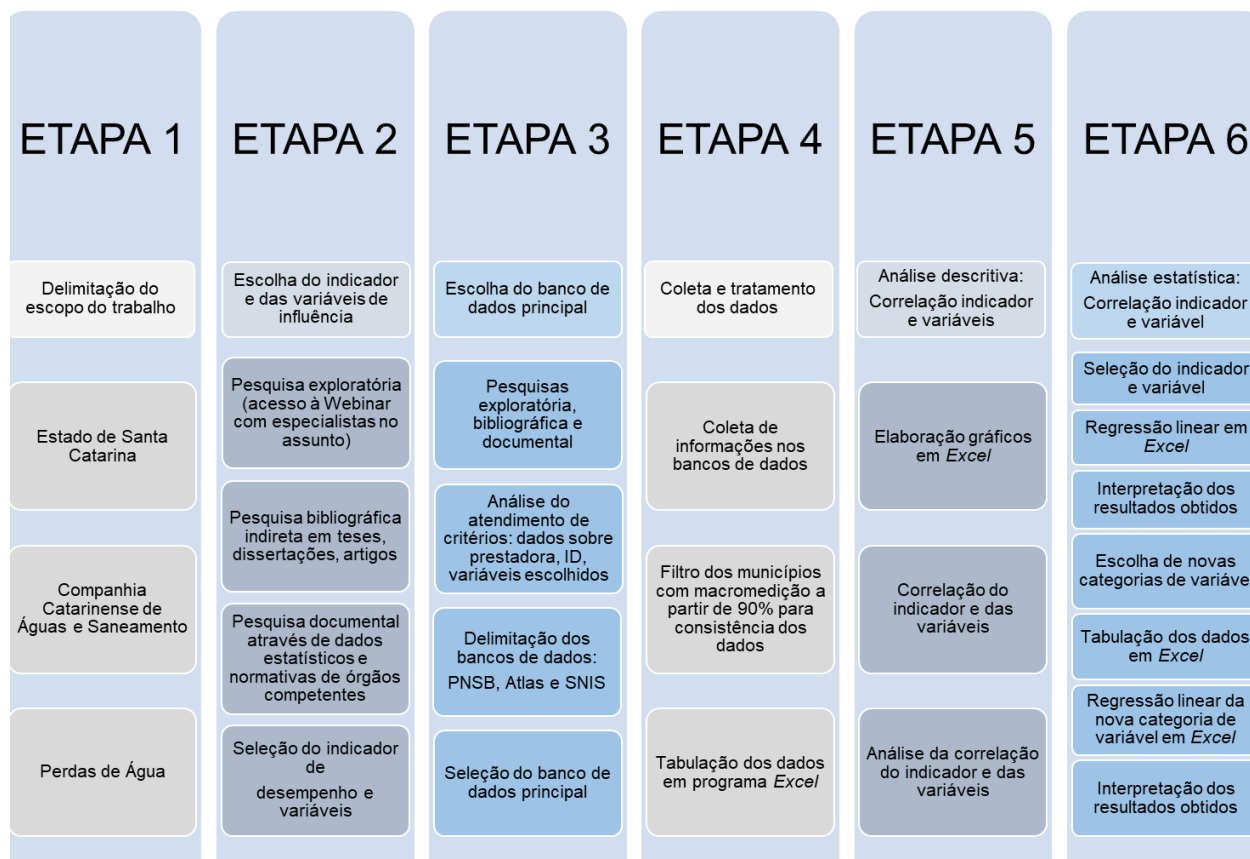
Figura 8 – Municípios atendidos pela CASAN divididos por superintendência



Fonte: CASAN (2019).

A seguir, apresenta-se o diagrama que resume todas as etapas de elaboração do estudo e os objetivos cumpridos em cada uma delas, e que são detalhados posteriormente.

Figura 9 – Etapas de elaboração do estudo



Fonte: Elaboração própria (2022).

3.1 Métodos Aplicados

3.1.1 Indicadores e Variáveis

O conhecimento necessário sobre a temática, dando início ao presente estudo, foi adquirido por pesquisa exploratória (acesso à *webinar* com especialistas no assunto); pesquisa bibliográfica indireta em teses, dissertações, artigos; e pesquisa documental através de dados estatísticos e normativas de órgãos competentes. Estas ações fundamentaram a escolha de indicadores de desempenho referentes às perdas em sistemas de distribuição e de fatores que possam interferir nos seus resultados (variáveis relacionadas aos sistemas de abastecimento de água). O que, segundo Gil (2007), também caracteriza o estudo como pesquisa experimental por selecionar variáveis que podem interferir no objeto de análise.

3.1.2 Banco de Dados

Para a escolha de banco de dados, além de pesquisa exploratória e documental, também foi realizada pesquisa sistemática via *Internet* para levantar, reunir e avaliar: o SNIS, a PNSB e o Atlas Brasil. Também foram criados critérios para escolha da base de dados dentre as alternativas analisadas: a disponibilidade de informações sobre o ID e sobre as variáveis escolhidos na primeira etapa do trabalho; a contemplação de dados sobre a prestadora escolhida (CASAN); a confiabilidade dos dados; a periodicidade em que os dados são divulgados; a organização dos dados (se por município, sistema, prestador de serviços, por exemplo); e a forma de representação da informação (se em tabelas editáveis ou por cruzamento de dados, por exemplo).

3.1.3 Coleta e Tratamento dos Dados

O estudo dos fatores de interferência nos indicadores de perdas de água no sistema de distribuição foi desenvolvido com informações disponíveis no banco de dados principal SNIS e banco de dados complementar BADOP. A busca dos dados iniciais junto à série histórica Água e Esgotos do *website* do SNIS (base de informações e indicadores desagregados divulgados no ano de 2020 e de referência de 2019) ocorreu em 11 de agosto de 2021. Selecionaram-se no filtro do SNIS os dados de abrangência regional, o tipo de serviço de água e ainda água e esgoto, natureza jurídica sob sociedade de economia mista com administração pública, na região sul e estado de Santa Catarina.

Para a coleta dos dados complementares foi acessado o *website* do Banco de Dados Operacionais da CASAN (BADOP). Essas informações são de domínio público, mas foram obtidas com maior facilidade pela autora no ambiente virtual interno da CASAN. Assim, para a compatibilidade da referência do SNIS, foi selecionada a data de referência 2019 e baixados os dados em planilha *Excel*.

Após a elaboração de planilha em *Excel* com todas as informações coletadas, a obtenção do índice de macromedição (IN011) junto ao SNIS assegurou a aplicação de filtro dos registros de IN11 acima de 90%. Assim, foram mantidos na análise descritiva apenas os municípios com índice de macromedição considerado

satisfatório pela ARIS. Desta forma, pode-se suprimir dados estimados em favor de dados mais consistentes para a etapa da análise descritiva.

3.1.4 Análise Descritiva

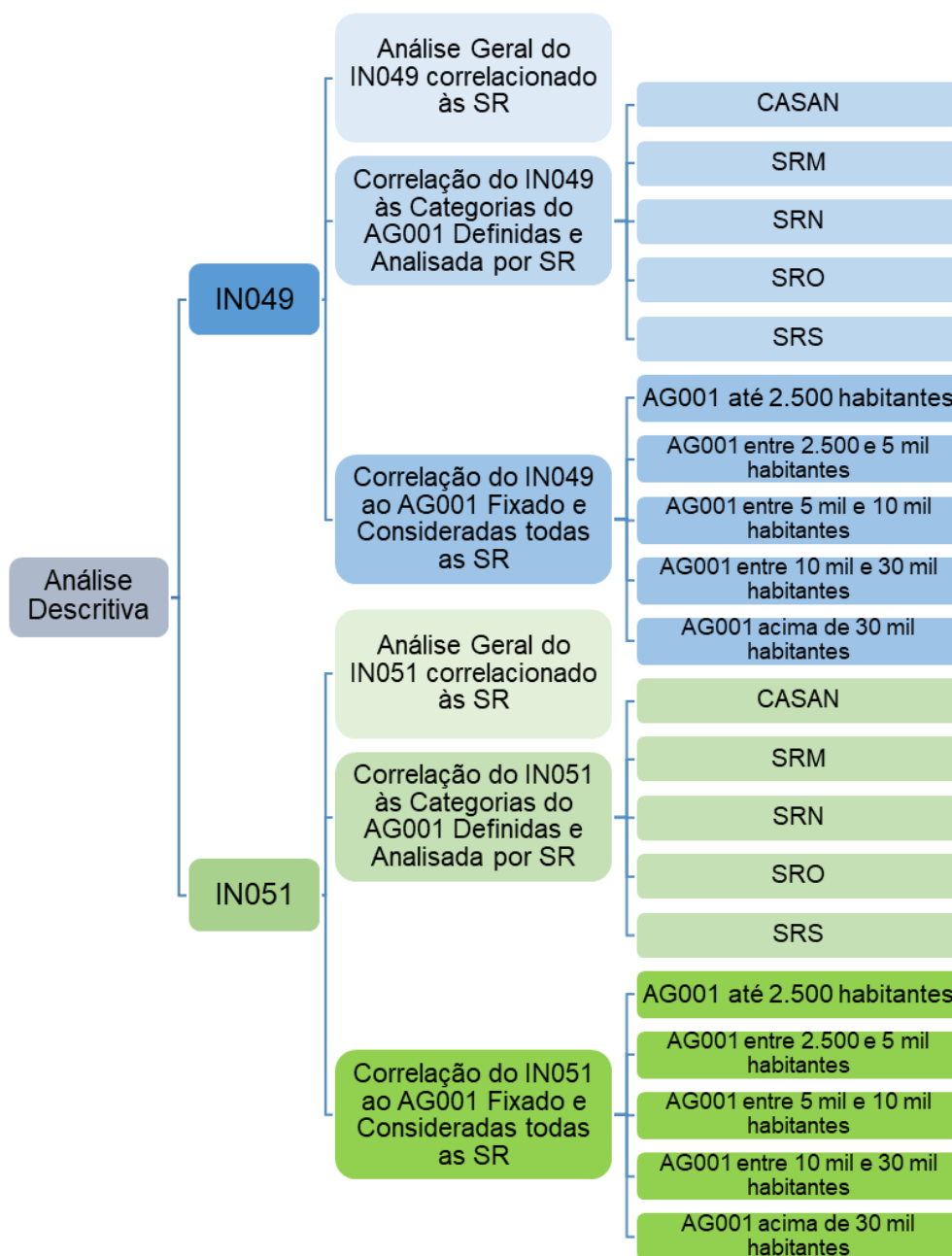
Após a definição dos indicadores de desempenho, das variáveis e dos bancos de dados, as informações foram coletadas e tratadas no *Excel*, conforme etapas descritas abaixo:

- Foi realizada a tabulação dos dados em programa *Excel* para os municípios com macromedição satisfatória conforme categorização das variáveis e dos indicadores de perdas de água;
- Foram elaborados gráficos em *Excel* relacionando os indicadores de perdas com intervalos específicos para as variáveis selecionadas, de forma a permitir a interpretação dos dados trabalhados.

A análise descritiva foi realizada separadamente para o IN049 e IN051. Primeiro foi realizada análise geral do índice de perdas por distribuição (IN049) correlacionado à variável regional (CASAN, SRM, SRN, SRO e SRS). Em seguida foi feita para a CASAN e para cada superintendência regional a análise do IN49 quando correlacionado a todos os intervalos populacionais definidos. Por último, realizou-se a para cada intervalo populacional fixado a análise do IN049 quando correlacionado às SR. Repetiu-se o mesmo para o índice de perdas por ligação (IN051).

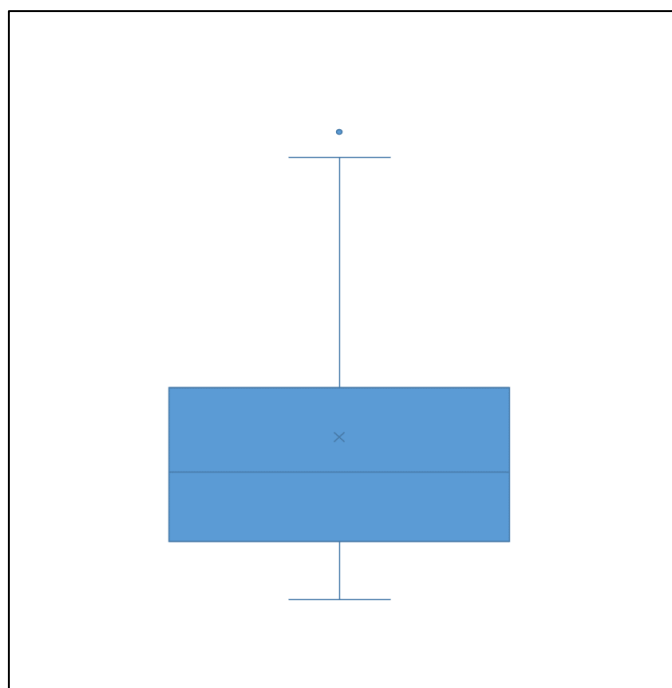
A seguir apresenta-se o diagrama que resume todas as etapas da análise descritiva.

Figura 10 – Etapas da análise descritiva



Fonte: Elaboração própria (2022).

A análise descritiva foi realizada através de gráficos *boxplot* em *Excel* e que permitiram o desenvolvimento das discussões. Esse tipo de gráfico (conforme Figura 11) foi escolhido pela possibilidade de correlacionar um conjunto de dados e variáveis.

Figura 11 – Gráfico do tipo *boxplot*

Fonte: Elaboração própria (2022).

A interpretação do *boxplot* pode revelar a simetria dos dados através da comparação entre a média (símbolo “x” dentro da caixa) e a mediana (linha horizontal posicionada dentro da caixa), quando sendo próximas os dados são considerados simétricos e quando distantes são assimétricos. A mediana é uma medida bastante relevante, pois indica que metade dos valores da amostra estão localizados abaixo deste limite e metade estão acima, ou seja, dispõe de valor típico do conjunto de dados. Sendo essa a sua vantagem com relação à média que é um valor equitativo para uma distribuição uniforme. Pode-se também verificar a variação dos dados através do tamanho da caixa do *boxplot*, onde a linha inferior é chamada de primeiro quartil (Q1 – que representa que 25% dos dados da amostra estão localizados até este limite) e a superior de terceiro quartil (Q3 – que representa que 75% dos dados da amostra estão localizados até este limite). Quanto maior a altura da caixa (distância entre Q1 e Q3) também maior é a discrepância entre os dados. Já as semirretas dispostas fora da caixa representam os valores mínimos e máximos da variável analisada, bem como o ponto (*outlier*) representa o valor afastado dos demais que compõem a variação.

3.1.5 Análise Estatística

Para verificação melhor compreensão sobre a correlação entre os indicadores de perdas de água e as variáveis escolhidas foi realizada como etapa final análise estatística dos dados através do método de regressão linear também com a utilização do programa *Excel*.

Faz-se o uso da regressão linear para dimensionar a influência entre uma ou mais variáveis de entrada e de saída. Para isso, foram feitas interpretações das seguintes informações geradas:

- R múltiplo: determina o grau de relacionamento linear entre a variável dependente e variáveis independentes. Quanto maior o valor, melhor o modelo.
- R-quadrado: é o coeficiente de determinação, que informa através de porcentagem da variação da variável ($0 < R^2 < 100\%$) quão próximos os dados estão da linha de regressão ajustada. Quando mais de próximos de 100%, maior a representatividade da variável independente ao explicar o comportamento da variabilidade que ocorre com a variável dependente, sendo ideal R-quadrado acima de 50%. Porém, apenas o coeficiente não determina se modelo de regressão é satisfatório, pois R-quadrado dispõe de estimativa da força do relacionamento entre seu modelo e a variável de resposta, ele não dispõe de teste de hipótese formal para esse relacionamento. O teste F de significância global determina se essa relação é estatisticamente considerável.
- P-valor da regressão: o valor P para o teste F do teste de significância determina se existe correlação entre as variáveis. Foi considerado 95% de significância, logo: p-valor $< 0,05$ – correlação entre as variáveis é significativa; p-valor $> 0,05$ – correlação entre variáveis não é significativa.

Esta análise foi aplicada apenas para as principais tendências verificadas na etapa anterior. O objetivo principal foi refinar e confirmar estatisticamente os principais resultados obtidos na análise descritiva.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Indicadores e Variáveis

Em função do parâmetro de avaliação de desempenho dos prestadores de serviços de abastecimento de água estabelecido na Lei Federal 14.026/2020 e Portaria MDR 490/2021, determinou-se como índices de perdas para este estudo os IN049 – índice de perdas na distribuição e IN051 – índice de perdas por ligação. Ainda conforme a Lei Federal 14.026/2020 que também trata sobre regionalização dos serviços de saneamento e considerando o Decreto do Governo do Estado de SC nº 1.372/2021 que manteve a estruturação da Lei Complementar 495/2010, definiu-se pela escolha do fator institucional e sua influência nos índices de perdas através da análise das superintendências regionais da CASAN (apesar de que todas elas seguem a mesma organização geral institucional podem haver diferenças nas ações operacionais).

Para a correlação de variáveis de naturezas distintas, o fator regional população através do AG001 – população total atendida com abastecimento de água do SNIS foi escolhido. Essa escolha buscou compreender a relação da variação populacional com o aumento ou diminuição de perdas de água.

4.2 Banco de Dados

As etapas iniciais de estabelecimento do indicador de desempenho referente às perdas concomitantemente às variáveis que possam influenciá-lo favoreceram a escolha do SNIS como banco de dados oficiais. Isso porque a Lei Federal nº 14.026/2020 complementada pela Portaria nº 490/2021 do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) avaliam o desempenho dos prestadores de serviço de saneamento, e a destinação de recursos públicos estritamente ao cumprimento de metas sobre índice de perda de água na distribuição para os municípios com índices menores ou iguais comparados ao índice médio nacional da última atualização da base de dados do SNIS (MDR, 2021).

Após a escolha do SNIS divulgado em 2020 com referência em 2019 como a principal fonte de dados, percebeu-se a necessidade de empregar o Banco de Dados Operacionais da CASAN (BADOP) pela facilidade da autora ao acesso como fonte de dados complementar para o estudo de caso.

4.3 Coleta e Tratamento dos Dados

A coleta inicial de dados divulgados em 2020 pelo SNIS de referência 2019 (a mais recente no começo do estudo) resultou em informações relacionadas a 194 municípios catarinenses atendidos pela CASAN, conforme Figura 12.

Figura 12 – Filtro SNIS

ÁGUA E ESGOTOS

Informações e indicadores desagregados

Filtros +/- Colunas

Filtros:

DADOS GERAIS

Ano de Referência ?
2019

Abrangência ?
Regional

Tipo de serviço ?
Água , Água e Esgoto

Natureza jurídica ?
Sociedade de economia mista com administração pública

LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

Região ?
Sul

Estado ?
Santa Catarina

PRESTADORES POR MUNICÍPIO (*) ?
194 selecionado(s)

Os campos marcados com * são obrigatórios.

Continuar

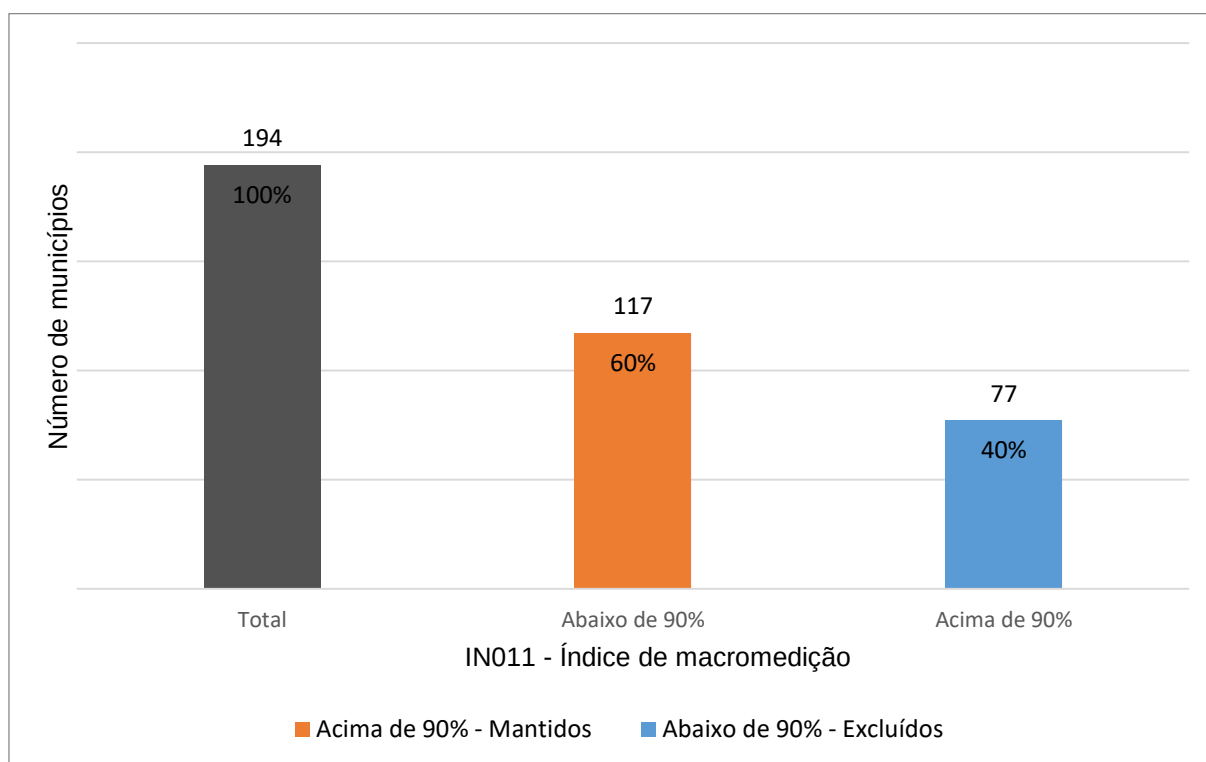
Fonte: SNIS (2021).

A primeira etapa de tratamento de dados foi a aplicação do filtro de macromedicação (IN011) para que fossem considerados apenas os municípios com

IN011 a partir de 90% – satisfatório pela ARIS. A exceção se deu ao município de Treze de Maio com 89,97%.

Assim, dos 194 municípios catarinenses atendidos pela CASAN, restaram para análise das etapas posteriores deste estudo 77 municípios, os quais correspondem a 40% do total da amostra inicial. O Gráfico 1 apresenta o diagnóstico de macromedição para os municípios atendidos pela CASAN e o Apêndice A lista os municípios mantidos após este filtro.

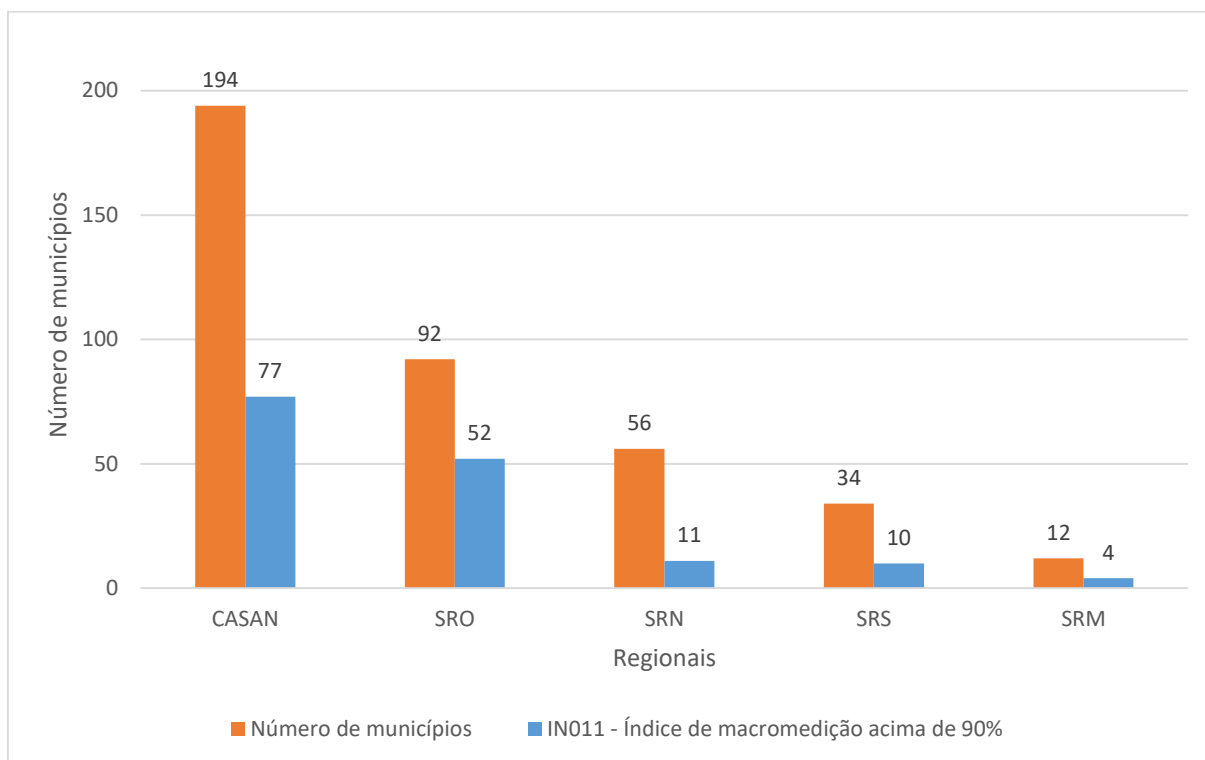
Gráfico 1 – Diagnóstico de macromedição dos municípios atendimentos pela CASAN



Fonte: Elaboração própria (2021).

A partir deste resultado, investigou-se sobre a localização dos municípios mantidos no estudo, por meio das informações obtidas no Banco de Dados Operacionais (BADOP) da CASAN, conforme Gráfico 2 a seguir.

Gráfico 2 – Municípios com índice de macromedição satisfatório por superintendências regionais



Fonte: Elaboração própria (2021).

O Gráfico 2 identifica as superintendências regionais às quais esses municípios são pertencentes. A SRO é a regional com maior representatividade no estudo, totalizando 52 municípios com macromedição igual ou maior a 90%, seguida da SRN com 11 municípios, da SRS com 10 municípios e a SRM com 4 municípios. Em termos percentuais, a amostra geral dos 77 municípios do estudo é representada: 68% pelos municípios da SRO, 14% pelos municípios da SRN, 13% pelos municípios da SRS e 5% pelos municípios da SRM.

A Tabela 1 apresenta o diagnóstico de macromedição de cada superintendência. Verifica-se que a SRM tem 33% dos seus municípios com macromedição igual ou maior a 90%, a SRN tem 20%, a SRO tem 57% e a SRS tem 29% dos seus municípios com macromedição a partir de 90%.

Tabela 1 – Municípios por superintendências regionais com macromedição a partir de 90%

Regionais	CASAN	SRM	SRN	SRO	SRS
Nº de municípios	194	12	56	92	34
Nº municípios com índice de macromedição (IN011) acima de 90%	77	4	11	52	10
% de municípios com índice de macromedição (IN0011) a partir de 90%	40%	33%	20%	57%	29%

Fonte: Elaboração própria (2021).

Identifica-se que a SRO além de ser a superintendência composta pelo maior número de municípios em termos absolutos, também contém entre as demais a maior proporção de municípios com macromedição satisfatória, apresentando 57% dos seus 92 municípios com macromedição acima de 90%. Além disso, também é a superintendência que mais contribui em termos de número de municípios para o estudo em questão (56 municípios do total de 77 municípios a serem analisados).

Logo, como principais resultados desta etapa, pode-se apontar que o quadro geral de macromedição da CASAN considerada satisfatória é deficitário, tendo em vista que nem metade dos municípios atendidos possui índice de macromedição mínimo de 90%.

Em termos de superintendência, ressalta-se inicialmente que a SRO e a SRN são as regionais com maior número de municípios atendidos pela CASAN. A primeira apresenta macromedição satisfatória em mais da metade dos seus municípios, convertendo em um diagnóstico um pouco melhor do que o quadro geral da CASAN. Já a SRN, apesar do alto número de municípios, possui número de municípios com índice de macromedição acima de 90% muito próximo (apenas 1 a mais) ao da SRS – que possui uma amostra de municípios consideravelmente menor.

A SRM por sua vez, tem poucos municípios em sua estruturação e também em conformidade ao índice de macromedição. No entanto, apesar da baixa contribuição na amostra total da análise, na SRM há municípios de relevante proeminência econômica e grande notoriedade, como Florianópolis e Santo Amaro da Imperatriz que foram excluídos do estudo justamente por não atingirem os 90% de macromedição.

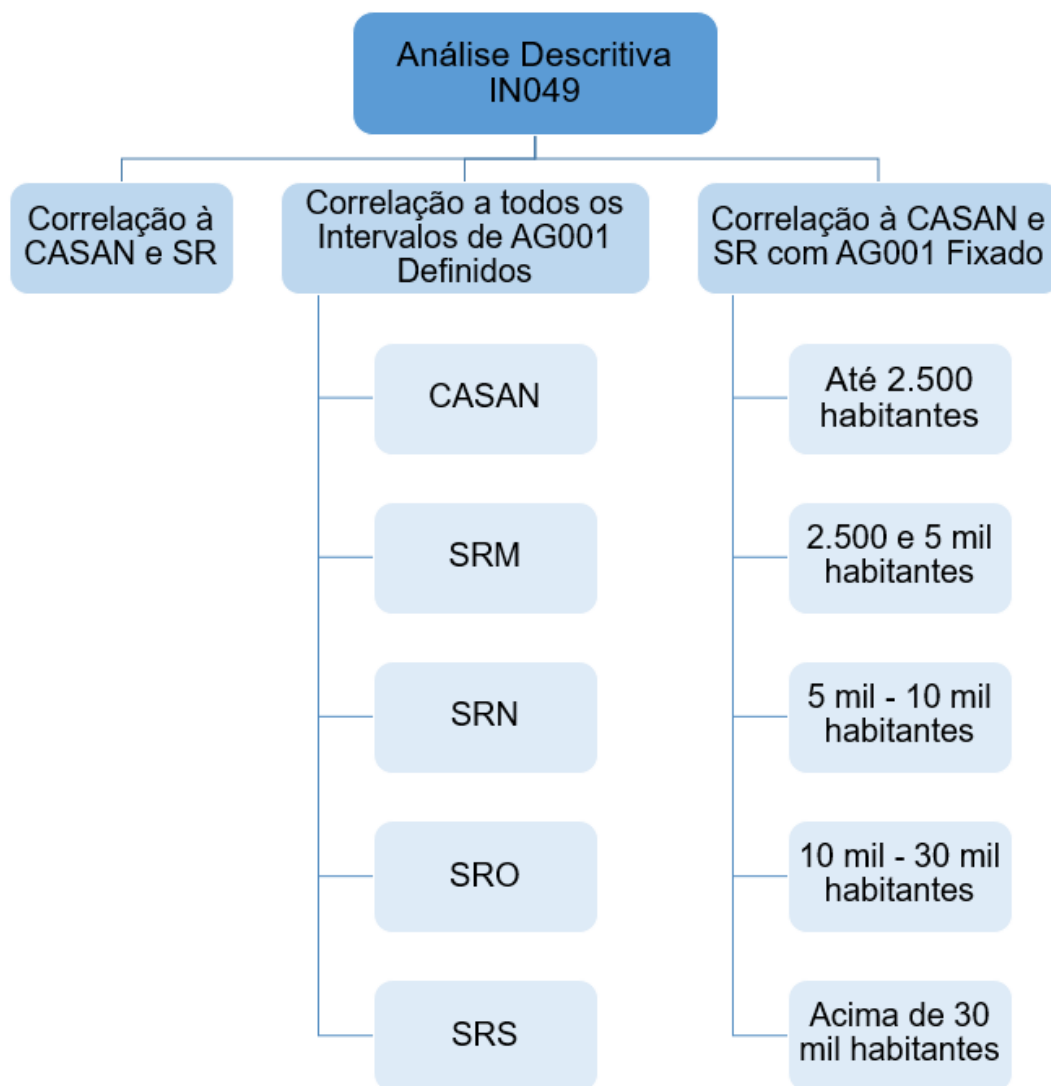
4.4 Índices de Perdas de Água do SNIS

Considerando o SNIS como principal base de dados e acatando o estabelecido na Portaria MDR 490/2021 como parâmetro para a eficiência dos prestadores de serviços quanto à gestão de perdas de água, definiu-se os índices de perdas na distribuição (IN049) e índice de perdas por ligação (IN051) como indicadores de perdas de água a serem estudados.

4.5 Análise Descritiva do Índice de Perdas na Distribuição (IN049)

Nesta etapa, foi analisado o índice de perdas na distribuição (IN049) para os municípios atendidos pela CASAN, considerando o filtro inicial de macromedição a partir de 90%. A figura a seguir detalha as etapas da análise descritiva seguidas para cada um dos indicadores analisados:

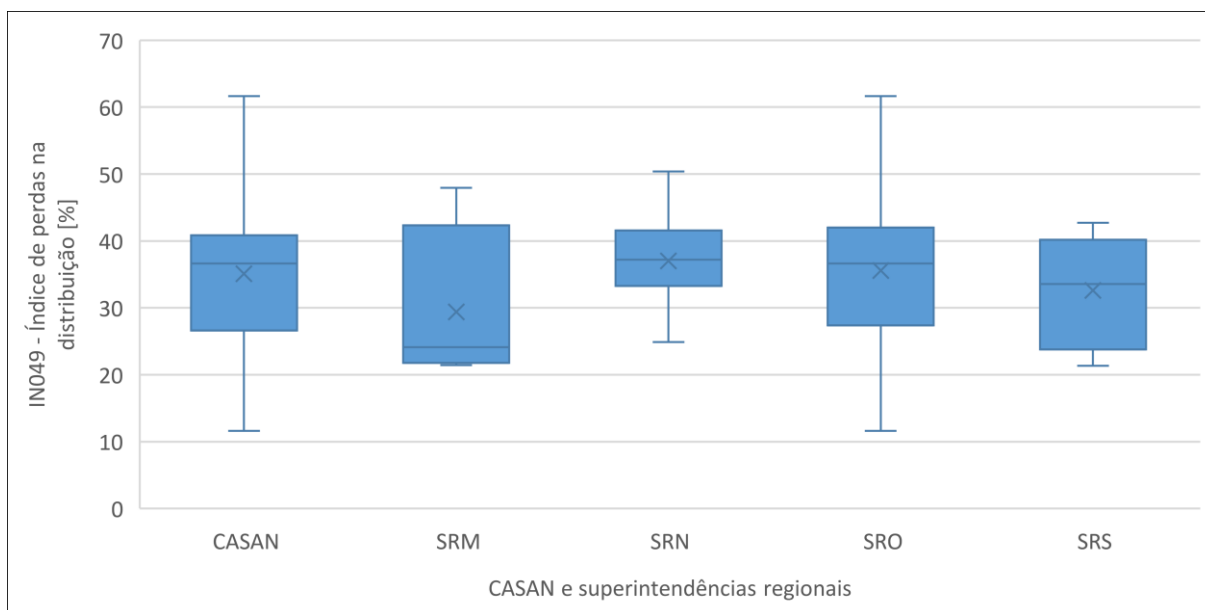
Figura 13 – Fluxograma da análise descritiva do IN049



Elaboração própria (2022).

4.5.1 Análise Geral do Índice de Perdas na Distribuição (IN049)

Fez-se a análise tanto do grupo geral com os 77 municípios resultantes do filtro, quanto por superintendência, como mostra o Gráfico 3 para o IN049.

Gráfico 3 – IN049 correlacionado aos municípios conforme suas SR

Fonte: Elaboração própria (2021).

Avaliando-se o Gráfico 3, foi constatado que a CASAN apresenta dados de IN049 entre 11,6% e 61,66% - tanto o mínimo quanto o máximo são contribuições da SRO. Assim como estes parâmetros, a análise geral dos resultados da CASAN e da SRO são semelhantes, possivelmente devido ao grande número de municípios desta superintendência que compõem a amostra geral da CASAN.

Tanto para CASAN quanto para as superintendências, 75% (terceiro quartil - Q3) dos municípios considerados apresentam valores do índice de perdas na distribuição abaixo de 41%.

Já referente à 50% (mediana) do IN049, a SRM apresenta 50% das amostras com perdas na distribuição de até 24,13% (porém, o resultado pode ser inconsistente, devido ao número pequeno de municípios); a SRN apresenta mediana igual a 37%; e a SRO tem mediana de 36,61%. Por último, a SRS tem metade dos seus municípios com IN049 até 33,54% e é a superintendência com menor variação geral dos resultados deste índice – intervalo entre 21,32% e 42,73%.

A Tabela 2 a seguir detalha os valores das médias e medianas do IN 49 – Índice de perdas na distribuição – para toda a amostra da CASAN e também individualmente por superintendência.

Tabela 2 – Índice de perdas na distribuição

IN049 - Índice de perdas na distribuição [%]	CASAN	SRM	SRN	SRO	SRS
Nº de municípios	77	4	11	52	10
Média	35,08	29,41	37,00	35,58	32,61
Mediana	36,63	24,13	37,00	36,61	33,54

Fonte: Elaboração própria (2021).

Como a Tabela 2 mostra, há uma pequena diferença entre médias e medianas do índice de perdas na distribuição ao comparar CASAN, SRN, SRO e SRS, bem como existe uma proximidade entre os próprios valores de média e mediana de cada grupo. Assim, nota-se que todos os grupos apresentam o IN049 em torno de 35% para média e mediana, exceto pela SRM que apresentou valores inferiores. Em contrapartida, para a SRM a diferença entre média e mediana é a de maior amplitude, possivelmente justificada pelo número de municípios da sua amostra (somente 4).

Com relação ao máximo de 25% de perdas na distribuição (IN049) exigido como final da meta estabelecida na Portaria nº 490/2021 (BRASIL, 2021), o grupo geral da CASAN contém o seu primeiro quartil (Q1) – 25% dos seus municípios – próximo ao atendimento com IN049 igual a 26,60%. E somente a SRM e a SRS possuem índices satisfatórios para o Q1. Logo, estes resultados indicam que, exceto pela SRM (que possui poucos municípios nesta análise), as superintendências regionais da CASAN não possuem nem metade dos municípios analisados neste gráfico com índice de perdas na distribuição em atendimento à portaria.

4.5.2 Análise do Índice de Perdas na Distribuição (IN049) por Diferentes Intervalos de População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001)

Na amostra de 77 municípios, verificou-se junto ao SNIS um intervalo da população total atendida com abastecimento de água (AG001) de 420 habitantes (em Barra Bonita) até 69.425 habitantes (em Indaial), com exceção de Chapecó com 203.270 habitantes. Diante destes dados, foram realizadas análises com intervalos populacionais diferentes em busca de proporcionar melhor possibilidade de

caracterização e correlação da população com os índices de perdas. Para isso, foram definidos os seguintes intervalos populacionais: municípios com até 2.500 habitantes, de 2.500 até 5.000 habitantes, de 5.000 até 10.000 habitantes, 10.000 a 30.000 habitantes e acima de 30.000 habitantes. A Tabela 3 mostra a quantidade de municípios da amostra geral (77 municípios) encontrada em cada um destes intervalos.

Tabela 3 – Número de municípios atendidos pela CASAN com macromedição a partir de 90% por intervalo populacional

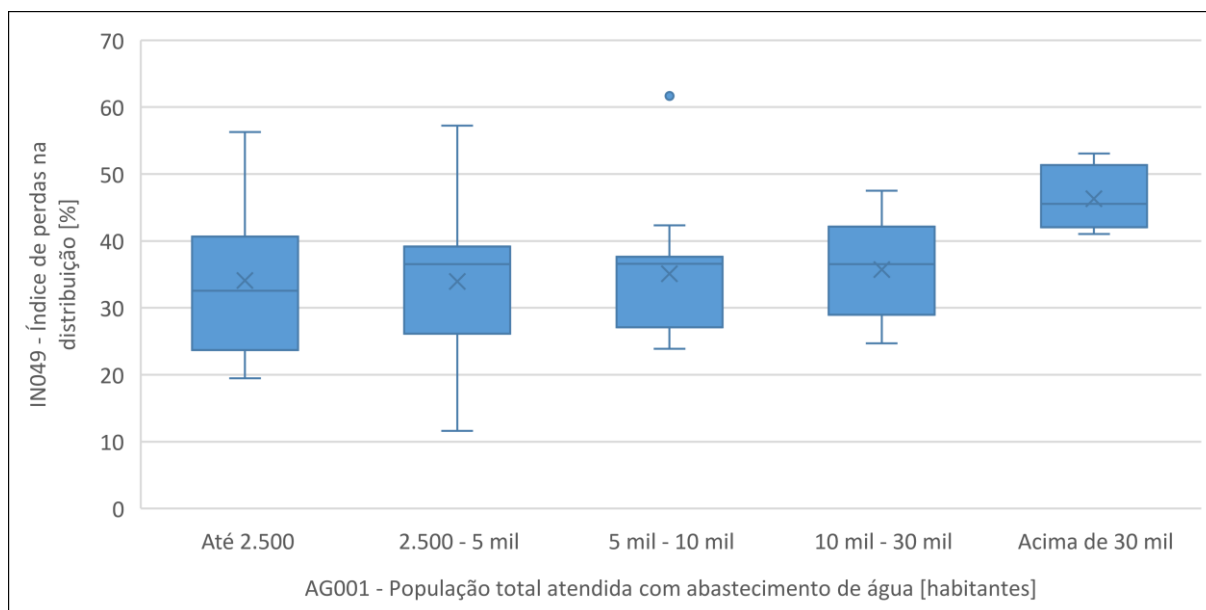
Intervalo AG001 - População	Até 2.500	2.500 - 5 mil	5 - 10 mil	10 - 30 mil	Acima de 30 mil
Nº de municípios	31	18	15	9	4

Fonte: Elaboração própria (2021).

Identificou-se que a representatividade mais significativa da informação de população (AG001) se dá pelos municípios menos populosos – 31 municípios com menos de 2.500 habitantes. Já a categoria de população total atendida com abastecimento de água (AG001) por municípios com mais de 30 mil habitantes é composta por apenas 4 amostras, sendo elas bem diversificadas: Xanxerê com 33.309 habitantes, Concórdia com 68.807 habitantes, Indaial 69.425 habitantes e Chapecó 203.270 habitantes.

4.5.2.1 Análise Geral da CASAN

Nessa etapa foram analisados os dados de AG001 - População total atendida com abastecimento de água e IN49 - Índice de perdas na distribuição, considerando todos os municípios da CASAN com macromedição acima de 90%. O gráfico a seguir mostra o comportamento do IN049 conforme os intervalos populacionais estabelecidos.

Gráfico 4 – CASAN: IN049 correlacionado aos intervalos de AG001

Fonte: Elaboração própria (2021).

A categoria de até 2.500 habitantes que tem a maior representatividade em número de municípios, também contém o menor quartil (Q1) da análise, com índice de perdas na distribuição de 23,7%. Entretanto, metade dos municípios dessa categoria dispõe de IN049 entre os 23,7% e aproximadamente 41% (terceiro quartil - Q3).

Nota-se que a maior amplitude para 100% dos resultados (desconsiderando os outliers) dos municípios atendidos pela CASAN está na categoria de municípios entre 2.500 e 5.000 habitantes - com perdas na distribuição entre 11,6% e 57,23%. Apesar disso, o seu primeiro quartil (Q1) é de 26,11% e metade dos municípios deste grupo possuem IN049 entre os 26,11% e 39,17%, intervalo menor do que ocorria na categoria anterior.

As categorias 5mil – 10 mil e 10 – 30 mil possuem comportamentos mais semelhantes: valores mínimos próximos de 24%, primeiros quartis semelhantes próximos de 28%, médias em torno de 35%. Percebe-se que apesar desta semelhança a categoria de maior população apresenta (mesmo que ligeiramente) maiores valores.

Já a menor amplitude entre 100% dos resultados ocorre nos municípios acima de 30.000 habitantes, que também apresentam os piores resultados com valor mínimo de perda na distribuição igual a 41,04%. Esse contexto pode ser fundamentado pelo baixo número de municípios da amostra, embora ainda assim represente um resultado preocupante por serem justamente os municípios mais populosos.

A partir do gráfico, foram encontradas as médias e medianas do índice de perdas na distribuição (IN049) conforme o intervalo populacional adotado. Estes resultados são apresentados na Tabela 4 a seguir:

Tabela 4 – Médias e medianas das perdas na distribuição de todos os municípios com macromedição a partir de 90%, por intervalo populacional

Intervalo AG001 - População	Até 2.500	2.500 - 5 mil	5 mil - 10 mil	10 mil - 30 mil	Acima de 30 mil
Nº de municípios	31	18	15	9	4
Média (%)	34,08	33,97	35,10	35,72	46,30
Mediana (%)	32,55	36,53	37,63	36,53	45,53

Fonte: Elaboração própria (2021).

Verifica-se ainda a homogeneidade entre as médias e medianas de todas as categorias com valores próximos de 35% para o IN049, com exceção dos municípios com população acima de 30 mil habitantes, com média igual a 45,53% e mediana igual a 46,30%. Mesmo com apenas 04 municípios, essa categoria não apresenta qualquer valor que atenda ao estabelecido pela portaria – o que pode ser especialmente preocupante tendo em vista o porte destes municípios e sua importância econômica para a CASAN.

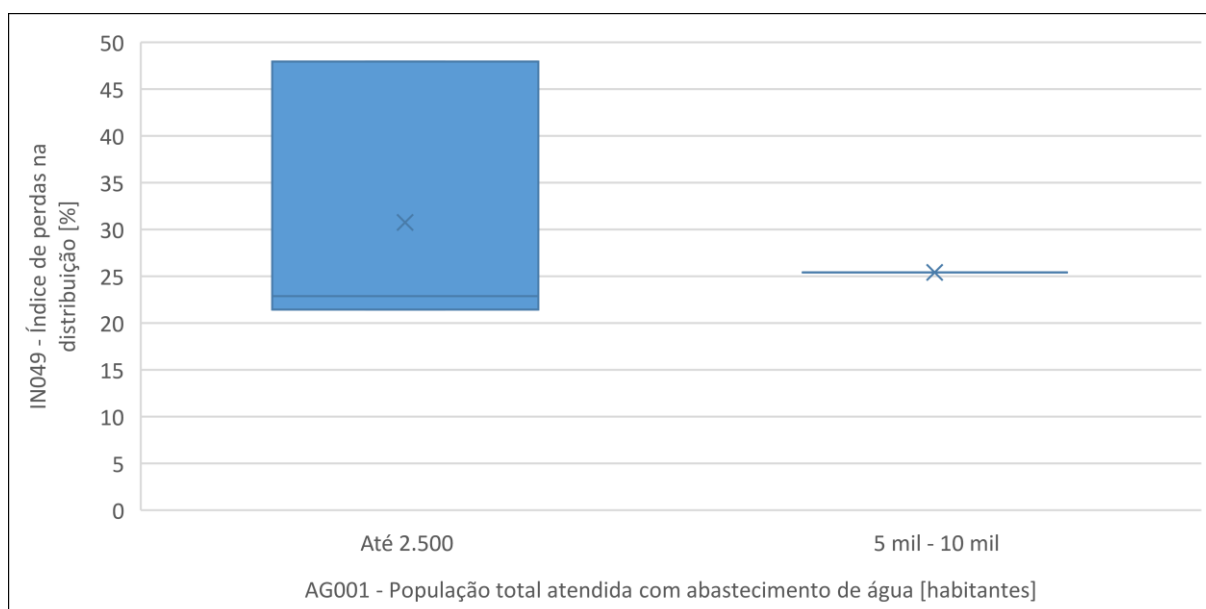
Além disso, pode-se citar que todos os grupos considerados estão distantes dos 25% da meta final da Portaria nº 490/2021 visto que apenas o intervalo até o primeiro quartil da categoria de municípios com até 2.500 habitantes está entre 19,47% e 23,47%. Os demais grupos, exceto acima de 30 mil (conforme supracitado), apresentam somente valores mínimos de conformidade à meta, porém já com o valor do Q1 acima de 25% de perdas na distribuição.

Após essa análise geral dos municípios catarinenses atendidos pela CASAN, são apresentados os resultados da investigação das perdas na distribuição (IN049) por intervalo populacional para cada superintendência regional.

4.5.2.2 Análise da SRM

O gráfico a seguir apresenta dados da SRM sobre os valores do índice de perdas na distribuição (IN049) correlacionados aos intervalos de população total atendida com abastecimento de água (AG001).

Gráfico 5 – SRM: IN049 correlacionado aos intervalos de AG001



Fonte: Elaboração própria (2021).

A partir do Gráfico 5, foram encontradas as médias e medianas do índice de perdas na distribuição (IN049) da SRM conforme o intervalo populacional adotado. Estes resultados são apresentados na Tabela 1Tabela 5 a seguir:

Tabela 5 – Médias e medianas das perdas na distribuição dos municípios da SRM com macromedicação a partir de 90% conforme intervalo populacional

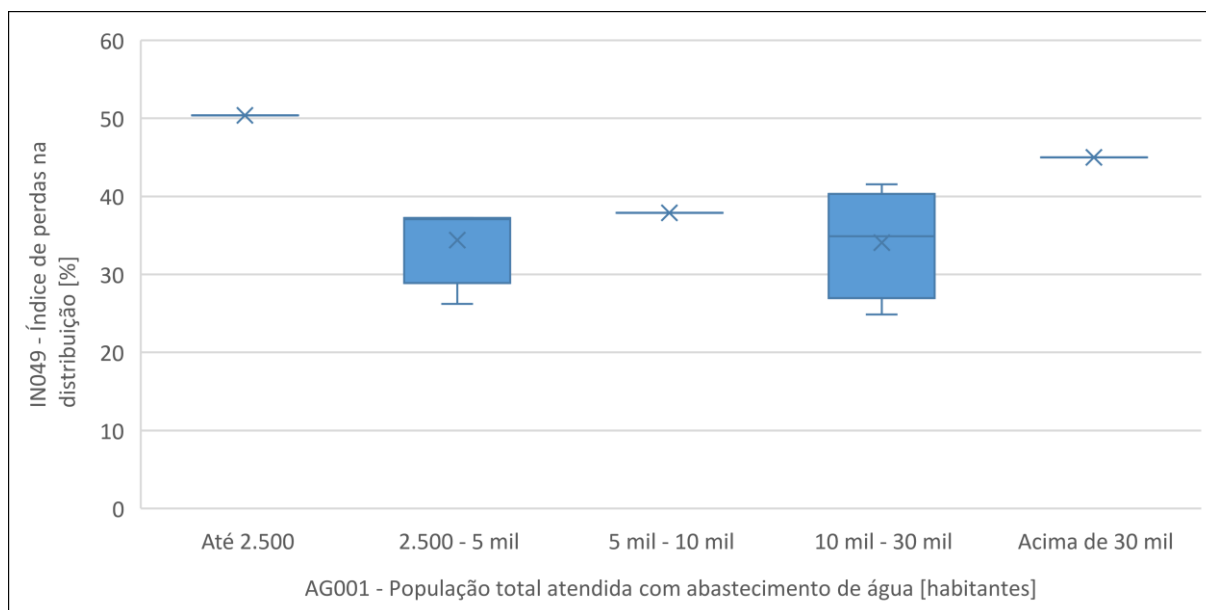
Intervalo AG001 - População	Até 2.500	2.500 - 5 mil	5 mil - 10 mil	10 mil - 30 mil	Acima de 30 mil
Nº de municípios	3	0	1	0	0
Média (%)	30,75	-	25,41	-	-
Mediana (%)	22,86	-	25,41	-	-

Fonte: Elaboração própria (2021).

A análise é prejudicada pelo número insuficiente de amostras, totalizando apenas 4 municípios. Dentre estes 04 municípios, Angelina apresenta para o IN049 22,86%, Major Gercino 47,95%, Botuverá 21,43%, e Antônio Carlos 25%. Logo, apenas Major Gercino não atende ao valor máximo de 25% estipulado pela meta final da Portaria nº 490/2021. Assim, pode-se concluir que a média foi prejudicada pelo município de Major Gercino, que apresenta perdas mais elevadas que os demais do grupo.

4.5.2.3 Análise da SRN

O Gráfico 6 a seguir apresenta dados da SRN sobre os valores do índice de perdas na distribuição (IN049) correlacionados aos intervalos de população total atendida com abastecimento de água (AG001).

Gráfico 6 – SRN: IN049 correlacionado aos intervalos de AG001

Fonte: Elaboração própria (2021).

A partir do gráfico, foram encontradas as médias e medianas do índice de perdas na distribuição (IN049) da SRN conforme o intervalo populacional adotado. Estes resultados são apresentados na Tabela 6 a seguir:

Tabela 6 – Médias e medianas das perdas na distribuição dos municípios da SRN com macromedição a partir de 90% conforme intervalo populacional

Intervalo AG001 - População	Até 2.500	2.500 - 5 mil	5 mil - 10 mil	10 mil - 30 mil	Acima de 30 mil
Nº de municípios	1	4	1	4	1
Média (%)	50,38	34,40	37,88	34,06	44,98
Mediana (%)	50,38	37,06	37,88	34,90	44,98

Fonte: Elaboração própria (2021).

Todas as categorias são prejudicadas pelo baixo número de municípios. Destacam-se as categorias com apenas 1 município: até 2.500 habitantes, entre 5 mil e 10 mil habitantes e também acima de 30 mil. Ao investigar o comportamento das categorias restantes de 2.500 – 5 mil habitantes e a de 10 mil – 30 mil habitantes (ambas com 4 municípios) são notados comportamentos semelhantes, assim como

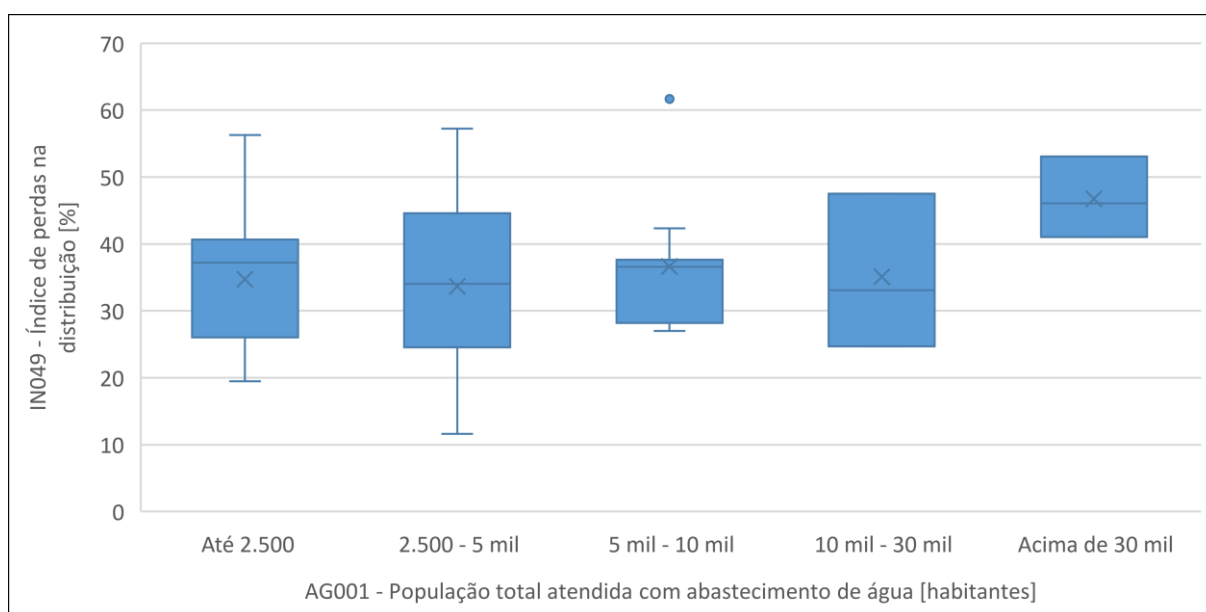
ocorrido na análise geral do IN049. Os mínimos das perdas na distribuição são 26,22% e 24,87%, respectivamente. E as médias possuem resultados próximos – em torno de 34%.

Comparados os resultados à meta final da Portaria 490/2021, tem-se que nenhum dos valores de médias e medianas atendem aos 25% de perdas na distribuição. Apenas o mínimo do grupo de 10 mil a 30 mil habitantes apresenta IN049 de 24,87%, representado pelo Balneário Barra do Sul.

4.5.2.4 Análise da SRO

O gráfico a seguir apresenta dados da SRO sobre os valores do índice de perdas na distribuição (IN049) correlacionados aos intervalos de população total atendida com abastecimento de água (AG001).

Gráfico 7 – SRO: IN049 correlacionado aos intervalos de AG001



Fonte: Elaboração própria (2021).

A maior variação geral do IN049 está na categoria entre 2.500 e 5mil habitantes, apresentando mínimo de 11,6% em Ipira e máximo de 57,23% em Ponte

Alta do Norte. Entretanto, o maior valor do indicador está na categoria entre 5 mil e 10 mil habitantes, representado pelo outlier de 61,66% do município de Quilombo.

Já a categoria dos municípios acima de 30 mil habitantes é a de menor variação geral de resultados, muito possivelmente devido ao baixo número de municípios – são 03. Porém, é o grupo com maior valor mínimo de perdas na distribuição: 41,04% - valor este superior, inclusive, às medianas dos grupos anteriores. Esta informação pode ser importante por ser tratar dos municípios também de maior porte dessa superintendência.

Ainda é possível constatar que as categorias de até 2.500 habitantes, 2.500 a 5 mil habitantes e a de 10 mil a 30 mil habitantes apresentam primeiros quartis (Q1) abaixo da meta final da Portaria nº 490/2021 de 25% de perdas na distribuição (IN049). Todavia, como suas medianas estão acima deste valor, pode-se afirmar que a maior parte dos municípios da SRO estão em desconformidade em relação ao estabelecido na meta legal.

Nota-se ainda que 75% (terceiro quartil) dos índices de perdas na distribuição de cada intervalo populacional tem valores próximos nas categorias de menor população: até 2.500 habitantes tem Q3 de 40,66% e entre 5 mil e 10 mil tem Q3 de 42,34%. Além disso, os últimos intervalos populacionais são os que apresentam maiores valores para o terceiro quartil: entre 10 mil e 30 mil tem Q3 de 47,51% e acima de 30 mil de 53,07%. Isto aparentemente revela uma diferenciação de tendência do índice de perdas na distribuição entre municípios até 10 mil habitantes e outra aos municípios acima de 10 mil habitantes, com valores maiores do índice de perdas na distribuição no segundo grupo.

A partir do gráfico, foram encontradas as médias e medianas do índice de perdas na distribuição (IN049) da SRO conforme o intervalo populacional adotado. Estes resultados são apresentados na Tabela 7 a seguir:

Tabela 7 – Médias e medianas das perdas na distribuição dos municípios da SRO com macromedição a partir de 90% conforme intervalo populacional

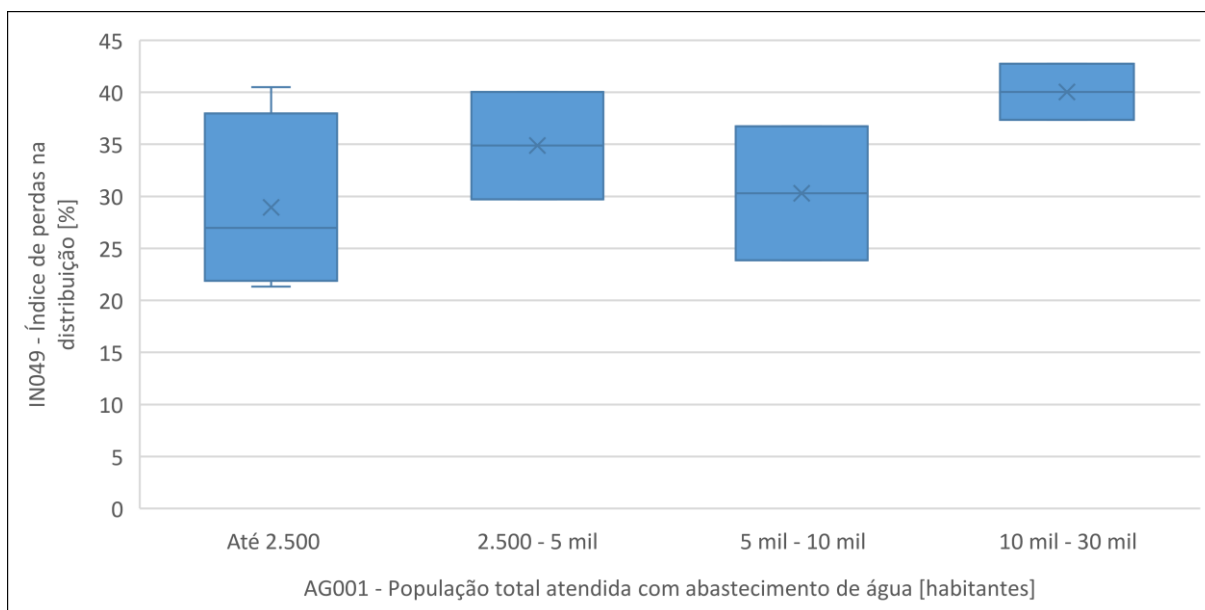
Intervalo AG001 - População	Até 2.500	2.500 - 5 mil	5 mil - 10 mil	10 mil - 30 mil	Acima de 30 mil
Nº de municípios	23	12	11	3	3
Média (%)	34,70	33,67	36,60	35,09	46,73
Mediana (%)	37,20	34,06	37,63	33,07	46,09

Fonte: Elaboração própria (2021).

A SRO apresenta certa linearidade entre os valores de médias e medianas na maior parte das categorias analisadas, com exceção dos municípios com população acima de 30 mil habitantes. As médias apresentam valores entre 33,67% e 36,6%. E as medianas mostram que 50% dos municípios de cada categoria apresentam índices de perdas na distribuição (IN049) próximos independente da sua população – entre 33,07% e 37,2%. Embora pareça haver certo padrão, é importante destacar que todos esses valores estão acima do final da meta de 25% da Portaria 490/2021.

4.5.2.5 Análise da SRS

O gráfico a seguir apresenta dados da SRS sobre os valores do índice de perdas na distribuição (IN049) correlacionados aos intervalos de população total atendida com abastecimento de água (AG001).

Gráfico 8 – SRS: IN049 correlacionado aos intervalos de AG001

Fonte: Elaboração própria (2021).

Na SRS, destaca-se a ausência de municípios com população acima de 30 mil habitantes com macromedição acima de 90%. Bem como no padrão identificado na SRO, quanto mais populoso o intervalo da categoria, menor é o número de municípios com macromedição satisfatória.

Os municípios com até 2.500 habitantes (com apenas 4 municípios, sendo a maior representatividade desta superintendência) apresentam grande amplitude de resultados gerais (IN049 mínimo de 21,32% em Rio Fortuna e máximo de 40,49% em São João do Sul).

A partir do gráfico, foram encontradas as médias e medianas do índice de perdas na distribuição (IN049) da SRS conforme o intervalo populacional adotado. Estes resultados são apresentados na Tabela 8 a seguir:

Tabela 8 – Médias e medianas das perdas na distribuição dos municípios da SRS com macromedicação a partir de 90% conforme intervalo populacional

Intervalo AG001 - População	Até 2.500	2.500 - 5 mil	5 mil - 10 mil	10 mil - 30 mil	Acima de 30 mil
Nº de municípios	4	2	2	2	0
Média (%)	28,94	34,87	30,30	40,04	-
Mediana (%)	26,98	34,87	30,30	40,04	-

Fonte: Elaboração própria (2021).

Nota-se também que devido ao número insuficiente de amostras por categoria, as médias e medianas do índice de perdas na distribuição (IN049) apresentam o mesmo valor – isso ocorre em municípios entre 2.500 e 5 mil habitantes, entre 5 mil e 10 mil habitantes e entre 10 mil e 30 mil habitantes. Verificou-se ainda que todas as categorias contemplam as médias e medianas em desconformidade ao parâmetro final estabelecido de 25% de perdas na distribuição na Portaria nº 490/2021 (BRASIL, 2021).

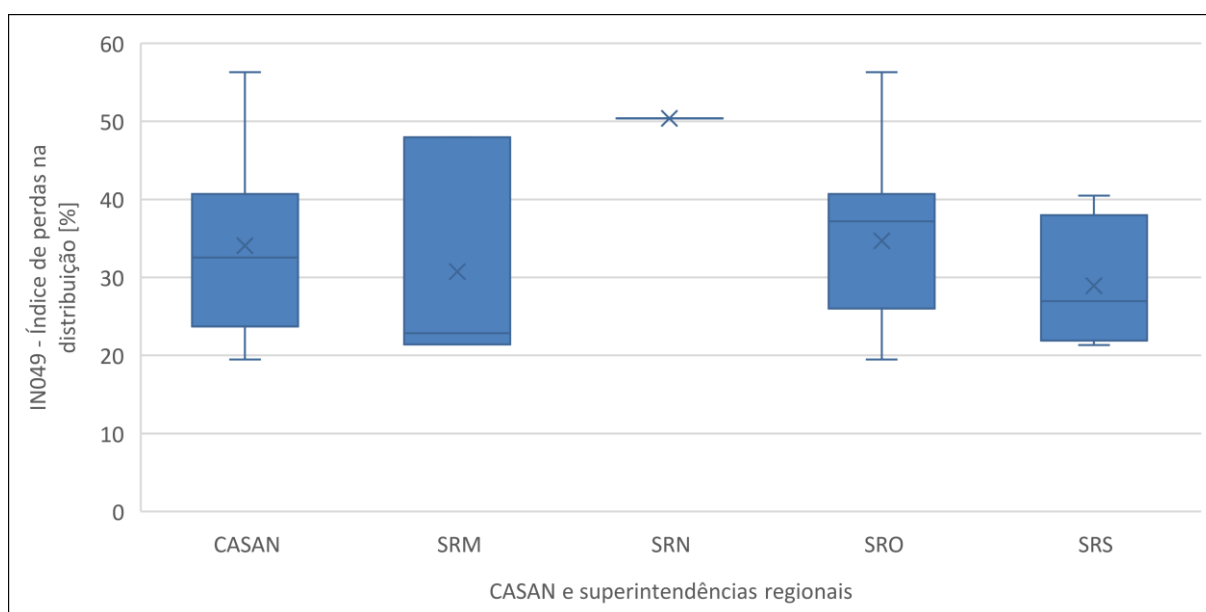
4.5.3 Análise do Índice de Perdas na Distribuição (IN049) pelo Mesmo Intervalo de População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001)

Esta nova análise consistiu em comparar a CASAN com suas superintendências quando correlacionadas ao mesmo intervalo populacional, permitindo desta forma estudar mais um fator que possa ter interferência nos indicadores de perdas. Logo, serão apresentados os diagnósticos da CASAN junto às SR considerando somente os municípios com até 2.500 habitantes, seguido dos municípios com 2.500 a 5 mil habitantes, 5 mil a 10 mil habitantes, 10 mil a 30 mil habitantes, e por fim, acima de 30 mil habitantes.

4.5.3.1 População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001) com até 2.500 habitantes

O Gráfico 9 a seguir mostra os valores do índice de perdas na distribuição (IN049) dos municípios da CASAN e de cada superintendência com população atendida com abastecimento de água (AG001) de até 2.500 habitantes.

Gráfico 9 – IN049 correlacionado à AG001 até 2.500 habitantes por SR



Fonte: Elaboração própria (2022).

Observa-se que é grande a discrepância entre os valores do índice de perdas na distribuição (IN049) dos municípios com população até 2.500 habitantes quando analisados por superintendência. E que metade dos resultados está entre 23% e 41% (informação esta verificada no *boxplot* da CASAN).

A partir do gráfico, foram encontradas as médias e medianas do índice de perdas na distribuição (IN049) da CASAN e das superintendências para os municípios com população até 2.500 habitantes. Estes resultados são apresentados na Tabela 9 a seguir:

Tabela 9 – IN049 das regionais com população total atendida com abastecimento de água até 2.500 habitantes

AG001 – População até 2.500 habitantes	CASAN	SRM	SRN	SRO	SRS
Nº de municípios	31	3	1	23	4
Média (%)	34,08	30,75	50,38	34,70	28,94
Mediana (%)	32,55	22,86	50,38	37,20	26,98

Fonte: Elaboração própria (2022).

Conforme Gráfico 9 e confirmado pela Tabela 9, constata-se que a SRO é a superintendência com maior representatividade nos resultados entre os municípios com até 2.500 habitantes abastecidos com água pela CASAN, representando 74% destes municípios. Assim, faz-se perceptível a influência da SRO nos dados gerais da CASAN, através da semelhança entre suas variações no Gráfico 9. Entretanto, a CASAN apresenta mediana menor que a SRO, o que pode ser justificado pela contribuição dos IN049 da SRM e da SRS.

Nota-se que para os municípios dessa categoria não há semelhança entre as superintendências para os valores de medianas. Já as médias se encontram mais próximas, entre 28,94% e 34,70%. A exceção se dá pela SRN que tem 50,38% de perdas na distribuição (IN049), valor este absoluto pelo grupo ser representado apenas pelo município de Porto União.

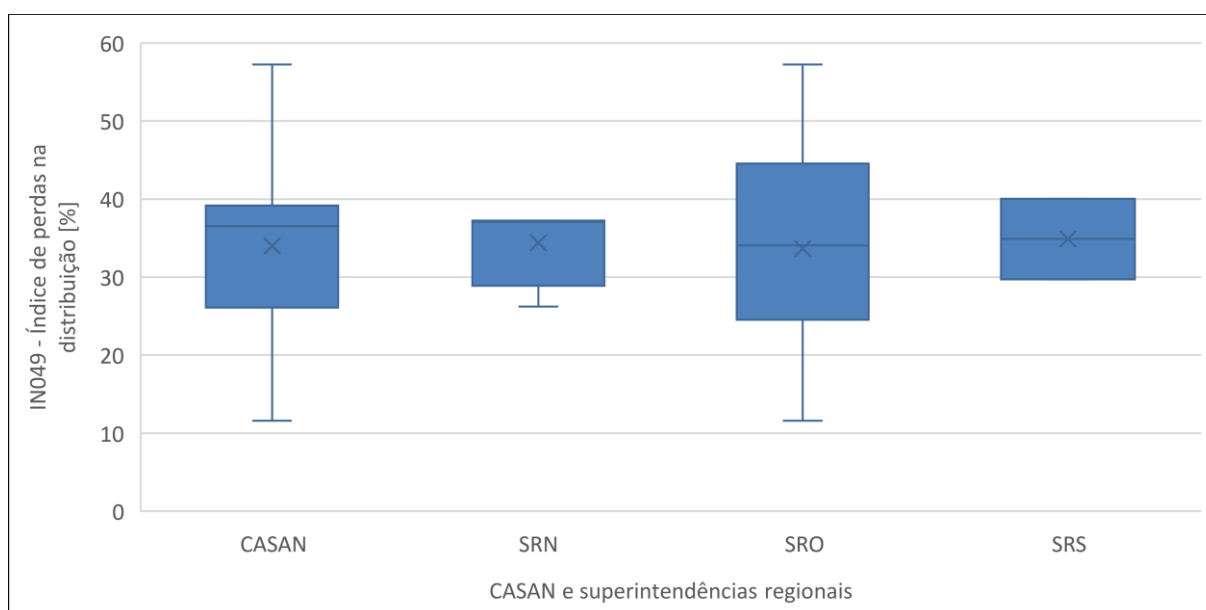
Observa-se que a superintendência com a maior amplitude entre 100% dos seus resultados é a SRM - e tem a maior discrepância entre média e mediana, mesmo contendo número pequeno de municípios nesta análise (três). A média do IN049 da SRM é alavancada por Major Gercino, cujo índice de perdas é igual a 47,95%.

As médias e medianas da SRO e da SRS (SR que possuem pelo menos 04 municípios nesta análise) não atendem, assim como a CASAN em geral, ao valor máximo de 25% da referência final da Portaria 490/2021 para o IN049 – o que pode ser um alerta. Afinal, significa que nem metade dos menores municípios atendidos pela CASAN estão em acordo com a meta legal.

4.5.3.2 População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001) entre 2.500 e 5 mil habitantes

O Gráfico 10 a seguir mostra os valores do índice de perdas na distribuição (IN049) dos municípios da CASAN e de cada superintendência com população atendida com abastecimento de água (AG001) entre 2.500 e 5 mil habitantes.

Gráfico 10 – IN049 correlacionado à AG001 entre 2.500 e 5 mil habitantes por SR



Fonte: Elaboração própria (2022).

A partir do gráfico, foram encontradas as médias e medianas do índice de perdas na distribuição (IN049) da CASAN e das superintendências para os municípios com população entre 2.500 e 5 mil habitantes. Estes resultados são apresentados na Tabela 10 a seguir:

Tabela 10 – IN049 das regionais com população entre total atendida com abastecimento de água 2.500 e 5 mil habitantes

AG001 – População					
entre 2.500 e 5 mil habitantes	CASAN	SRM	SRN	SRO	SRS
Nº de municípios	18	0	4	12	2
Média (%)	33,97	-	34,40	33,67	34,87
Mediana (%)	36,53	-	37,06	34,06	34,87

Fonte: Elaboração própria (2022).

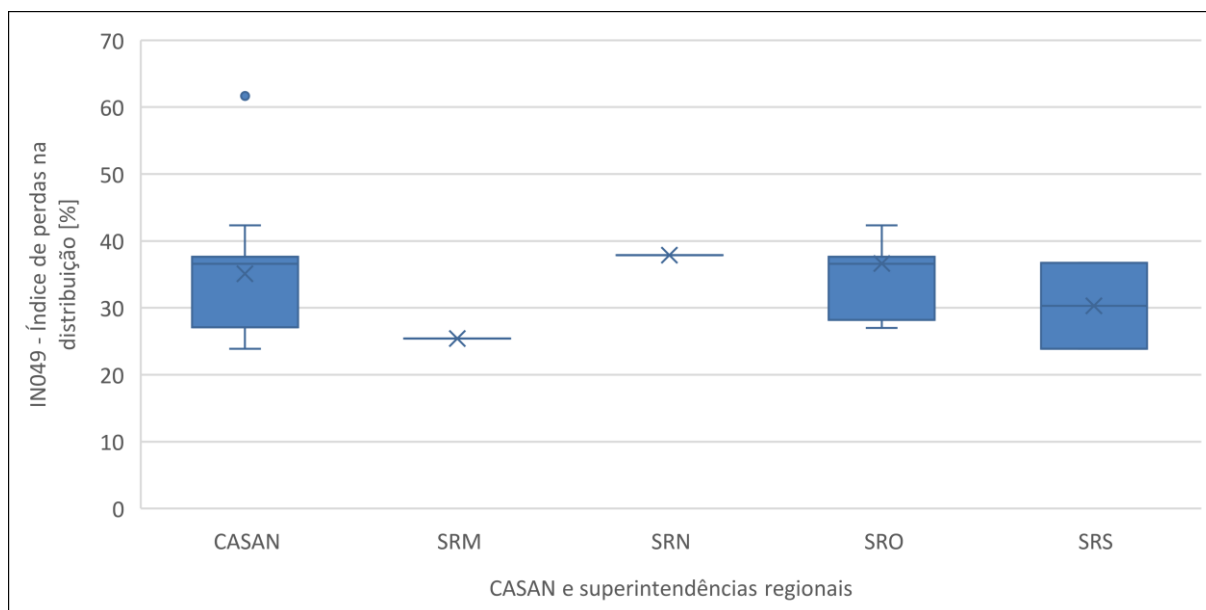
Os municípios com população total abastecida de água (AG001) entre 2.500 e 5.000 habitantes também são representados na sua maioria pela SRO - dois terços dos municípios da CASAN (são 12 municípios dos 18 considerados). O restante dos municípios (um terço) é representado pela SRN (4) e pela SRS (2). Já a SRM não contribui para a análise.

No gráfico cujos dados são evidenciados pela tabela, identifica-se a linearidade entre os grupos para os valores de médias e medianas do índice de perdas na distribuição (IN049), com exceção da SRN que apresenta valor maior para a mediana (37,06%). No entanto, nenhum destes valores de IN049 satisfaz à meta final de 25% do IN049 da Portaria nº 490/2021.

A única exceção do atendimento à meta se dá pelos municípios da SRO que compõe o grupo entre o mínimo de 11,6% (em Ipirá) até o seu primeiro quartil (Q1) de 24,53%, ou seja, apenas 25% dos municípios da SRO. Embora sofra grande influência da SRO, nem mesmo o primeiro quartil da CASAN respeita a referência da portaria. Logo, mais de 75% dos municípios da CASAN com população entre 2.500 e 5 mil habitantes tem índice de perdas na distribuição acima de 25%.

4.5.3.3 População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001) entre 5 mil e 10 mil habitantes

O Gráfico 11 a seguir mostra os valores do índice de perdas na distribuição (IN049) dos municípios da CASAN e de cada superintendência com população atendida com abastecimento de água (AG001) entre 5 mil e 10 mil habitantes.

Gráfico 11 – IN049 correlacionado à AG001 entre 5 mil e 10 mil habitantes por SR

Fonte: Elaboração própria (2022).

A partir do gráfico, foram encontradas as médias e medianas do índice de perdas na distribuição (IN049) da CASAN e das superintendências para os municípios com população entre 5 mil e 10 mil habitantes. Estes resultados são apresentados na Tabela 11 a seguir:

Tabela 11 – IN049 das regionais com população total atendida com abastecimento de água entre 5 mil e 10 mil habitantes

AG001 – População					
entre 5 e 10 mil habitantes	CASAN	SRM	SRN	SRO	SRS
Nº de municípios	15	1	1	11	2
Média (%)	35,10	25,41	37,88	36,60	30,30
Mediana (%)	37,63	25,41	37,88	37,63	30,30

Fonte: Elaboração própria (2022).

A SRO mantém o maior número de amostras da análise dos municípios com população abastecida de água (AG001) entre 5 mil e 10 mil habitantes, com a representação de 11 dos 15 municípios totais. Isto parece refletir diretamente na

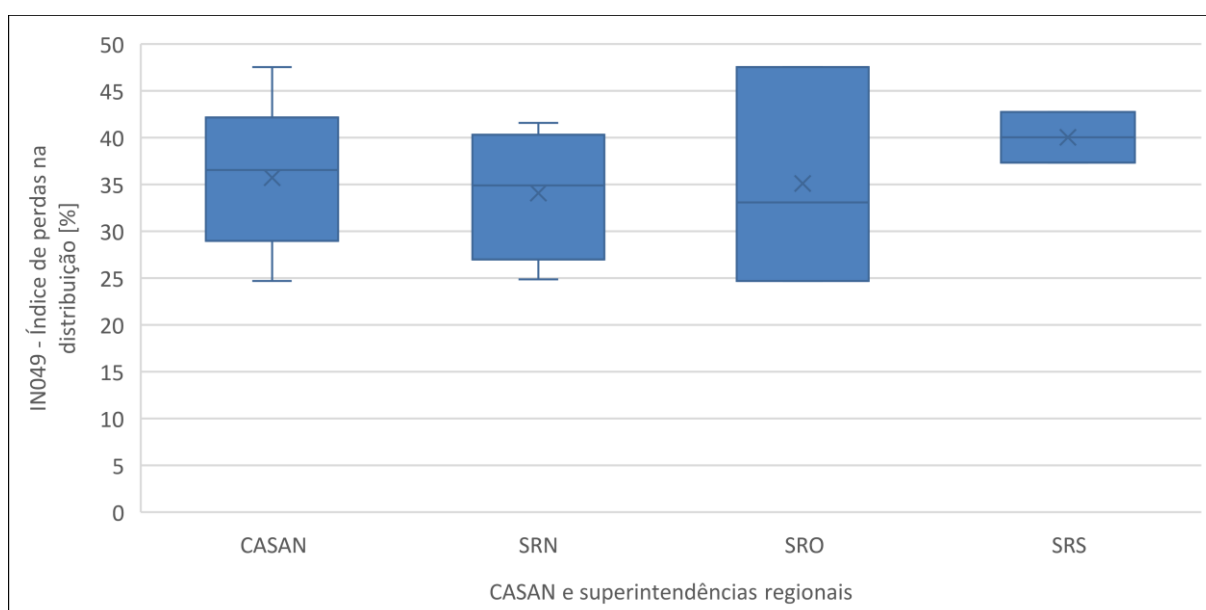
média e mediana geral da CASAN. As demais superintendências possuem apenas 1 ou 2 municípios nesta categoria - logo, a investigação do comportamento do IN049 e comparação entre as superintendências nesse intervalo populacional é prejudicada.

Ainda assim, constata-se pela Tabela 11 que nenhuma das médias e medianas atendem à meta final da Portaria 490/2021 de 25% de perdas na distribuição (IN049). O valor mais próximo ao satisfatório é referente à amostra única da SRM (município de Antônio Carlos – 25,41%). O contrário acontece com a SRN cujo seu único município (Salette) atinge 37,88% para o IN049. Na SRS as duas amostras apresentam discrepância e apenas o município de Urubici atende à portaria com 23,86% de IN049 (município este que influencia diretamente o valor mínimo geral da CASAN, pois além de ser o único da SRS é também o único de toda a CASAN que está em conformidade com a meta legal).

4.5.3.4 População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001) entre 10 mil e 30 mil habitantes

O Gráfico 12 a seguir mostra os valores do índice de perdas na distribuição (IN049) dos municípios da CASAN e de cada superintendência com população atendida com abastecimento de água (AG001) entre 10 mil e 30 mil habitantes.

Gráfico 12 – IN049 correlacionado à AG001 até 10 mil e 30 mil habitantes por SR



Fonte: Elaboração própria (2022).

A partir do gráfico, foram encontradas as médias e medianas do índice de perdas na distribuição (IN049) da CASAN e das superintendências para os municípios com população entre 10 mil e 30 mil habitantes. Estes resultados são apresentados na Tabela 12 a seguir:

Tabela 12 – IN049 das regionais com população total atendida com abastecimento de água entre 10 mil e 30 mil habitantes

AG001 – População					
entre 10 e 30 mil habitantes	CASAN	SRM	SRN	SRO	SRS
Nº de municípios	9	0	4	3	2
Média (%)	35,72	-	34,06	35,09	40,04
Mediana (%)	36,53	-	34,90	33,07	40,04

Fonte: Elaboração própria (2022).

Para a análise de perdas de água na distribuição (IN049) correlacionada à população entre 10 mil e 30 mil habitantes, tem-se apenas 9 (nove) municípios no total (bem distribuídos entre as SR, diferentemente das análises anteriores onde a SRO prevalecia), - exceto pela SRM que não contribui com a análise. E devido ao pequeno número de municípios por categoria, a análise pode ser inconsistente.

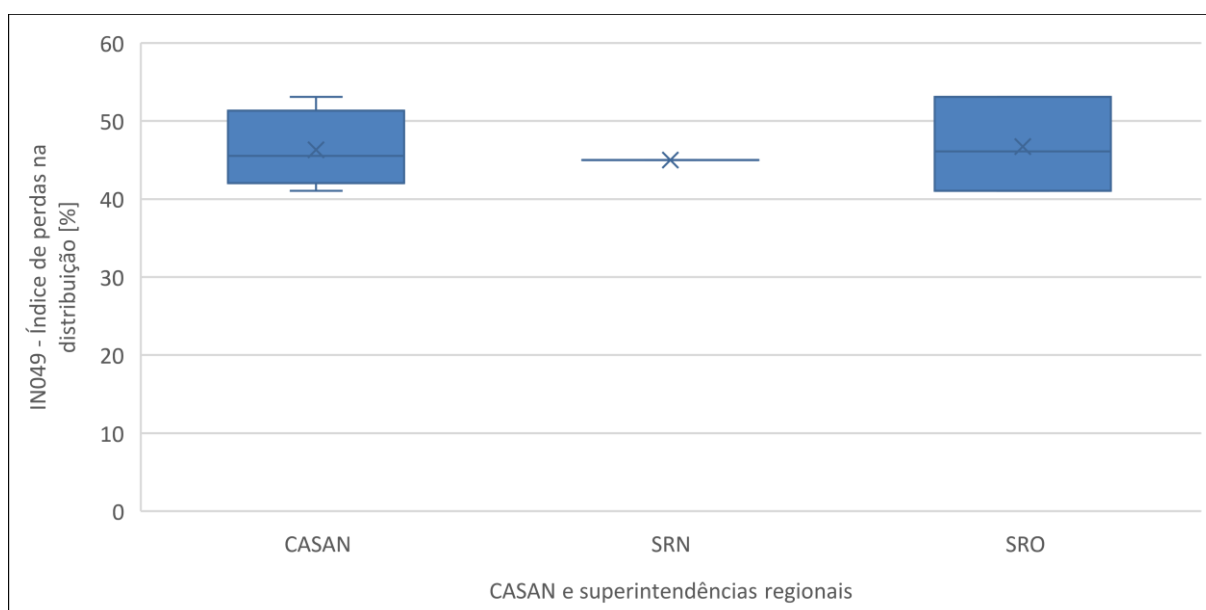
Ainda assim, percebe-se a proximidade entre as médias e medianas da CASAN, SRN e SRO, que são próximas de 35%. A SRS possui apenas dois municípios nesta categoria, com média e mediana de 40,04% (São Joaquim 37,34% e Braço do Norte 42,73%) para o IN049 – estes valores podem ser os responsáveis pelo ligeiro aumento do índice na análise da CASAN.

Apenas 02 municípios do total desta análise – um da SRN (Balneário Barra Sul) e outro da SRO (Dionísio Cerqueira) – atendem à meta final da Portaria nº 490/2021 de 25% de perdas na distribuição. Logo, os demais 7 municípios (78%) desta categoria populacional não atendem ao estabelecido.

4.5.3.5 População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001) acima de 30 mil habitantes

O Gráfico 13 a seguir mostra os valores do índice de perdas na distribuição (IN049) dos municípios da CASAN e de cada superintendência com população atendida com abastecimento de água (AG001) acima de 30 mil habitantes.

Gráfico 13 – IN049 correlacionado à AG001 acima de 30 mil habitantes por SR



Fonte: Elaboração própria (2022).

A partir do gráfico, foram encontradas as médias e medianas do índice de perdas na distribuição (IN049) da CASAN e das superintendências para os municípios com população acima de 30 mil habitantes. Estes resultados são apresentados na Tabela 13 a seguir:

Tabela 13 – IN049 das regionais com população total atendida com abastecimento de água acima de 30 mil habitantes

AG001 – População					
acima de 30 mil habitantes	CASAN	SRM	SRN	SRO	SRS
Nº de municípios	4	0	1	3	0
Média (%)	46,30	-	44,98	46,73	-
Mediana (%)	45,53	-	44,98	46,09	-

Fonte: Elaboração própria (2022).

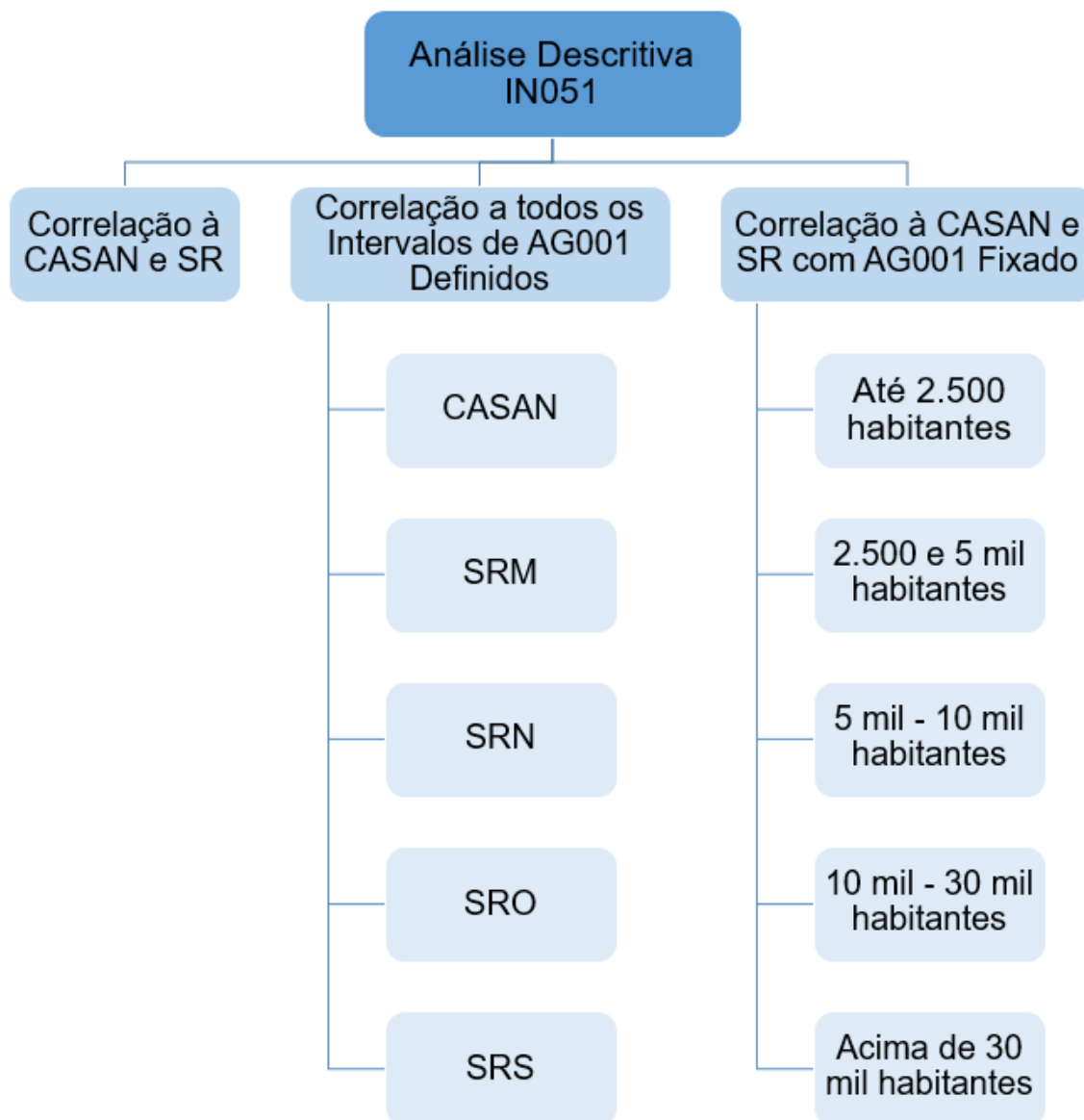
A análise do índice de perdas na distribuição (IN049) para os municípios com população atendida por abastecimento de água (AG001) acima de 30 mil habitantes é a que contempla o menor número de municípios (4), composta por 3 da SRO e 1 da SRM. As demais SR não contribuem com a análise.

Constata-se que não há registros de IN049 que atendam ao estabelecido na Portaria nº 490/2021 nesta categoria populacional. Porém, embora seja um número pequeno de municípios, ressalta-se que são estes os mais populosos. Evidencia-se então neste grupo uma defasagem nos resultados tanto de macromedição (número pequeno de amostras – apenas 4 dos 16 municípios da CASAN com população acima de 30 mil habitantes) quanto no índice de perdas na distribuição (números elevados para o IN049 em todos os municípios com macromedição considerada satisfatória).

4.6 Análise Descritiva do Índice de Perdas por Ligação (IN051)

Nesta etapa, foi analisado o índice de perdas por ligação (IN051) para os municípios atendidos pela CASAN, considerando o filtro inicial de macromedição a partir de 90%. A figura a seguir detalha as etapas da análise descritiva seguidas para cada um dos indicadores analisados:

Figura 14 – Fluxograma da análise descritiva do IN051

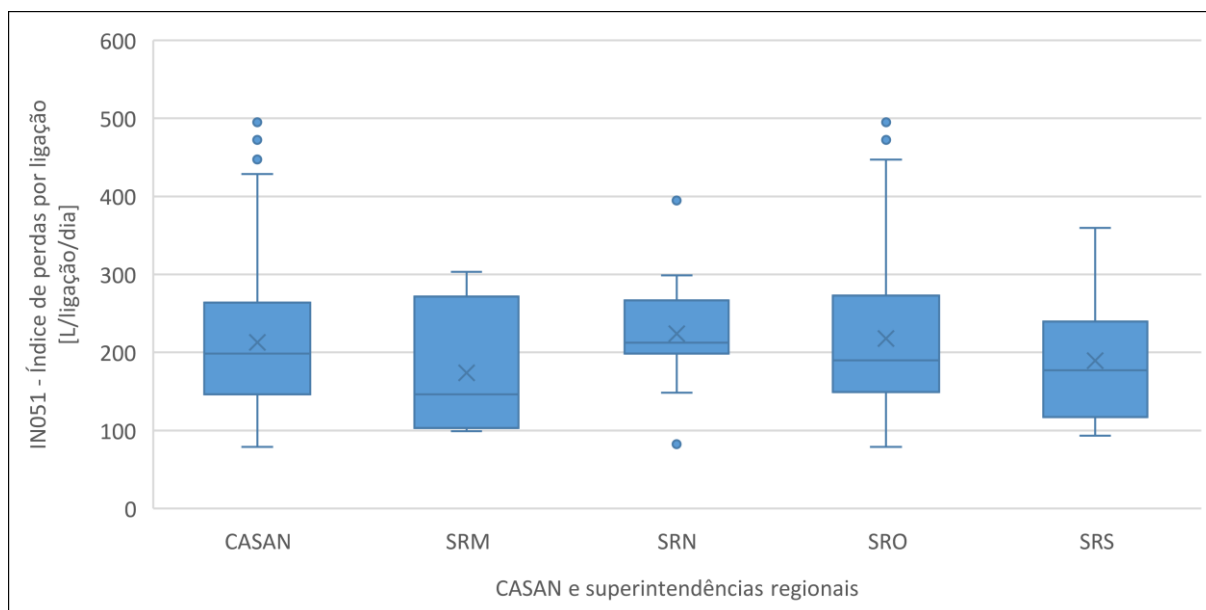


Elaboração própria (2022).

4.6.1 Análise Geral do Índice de Perdas por Ligação (IN051)

Assim como foi realizado para o índice de perdas na distribuição (IN049), fez-se a análise do índice de perdas por ligação (IN051), com a mesma definição dos grupos (CASAN e superintendências) e mesmas etapas. No Gráfico 14 são apresentados esses resultados.

Gráfico 14 – IN051 correlacionado aos municípios conforme suas SR



Fonte: Elaboração própria (2021).

Análogo ao gráfico de perdas na distribuição, no gráfico de índice de perdas por ligação a CASAN tem seu mínimo e máximos (através de *outliers*) correspondentes aos municípios da SRO – o mínimo representado por Macieira com 79,02 L/lig./dia e os máximos são identificados pelos municípios de Quilombo (472,41L/lig./dia) e Concórdia (494,85L/lig./dia).

Ao analisar o Gráfico 14, apura-se que o índice de perdas por ligação tem resultados próximos entre si para 75% das amostras de cada grupo (terceiro quartil – Q3), com valores – entre 263,71L/lig./dia a 272,87L/lig./dia – exceto para a SRS com 239,46L/lig./dia.

Tendo como referência o máximo de 216L/lig./dia de perdas por ligação (IN051) estabelecido como final da meta da Portaria nº 490/2021 (BRASIL, 2021), todos os grupos apresentam 50% dos seus municípios abaixo do referencial máximo do final da portaria – medianas entre 146,20L/lig./dia e 212,27L/lig./dia. A Tabela 14 detalha os valores das médias e medianas encontradas neste gráfico:

Tabela 14 – Índice de perdas por ligação

IN051 - Índice de perdas					
por ligação [L/ligação/dia]	CASAN	SRM	SRN	SRO	SRS
Nº de municípios	77	4	11	52	10
Média (L/lig./dia)	212,74	173,67	224,07	217,86	189,26
Mediana (L/lig./dia)	198,52	146,20	212,27	189,96	177,10

Fonte: Elaboração própria (2021).

Evidencia-se pela Tabela 14 que a SRM e SRO são os grupos que apresentam a maior diferença entre média e mediana dos seus índices. Porém, estes resultados possivelmente têm origens distintas, já que a SRM pode sofrer prejuízo pelo número pequeno de municípios da amostra (apenas 4), o que não ocorre com a SRN. A SRN é também a superintendência com maior média e mediana desta análise.

Destaca-se que além das medianas, as médias dos grupos também apresentam valores que atendem ao final da meta da Portaria 490/2021 para o IN051 de 216L/lig./dia. As exceções são as médias da SRN e da SRO que expressam índices ligeiramente superiores à referência (224,07 L/lig./dia e 217,86L/lig./dia), supostamente por consequência dos seus *outliers*.

4.6.2 Análise do Índice de Perdas na Distribuição (IN051) por Diferentes Intervalos de População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001)

Na amostra de 77 municípios, verificou-se junto ao SNIS um intervalo da população total atendida com abastecimento de água (AG001) de 420 habitantes (em Barra Bonita) até 69.425 habitantes (em Indaial), com exceção de Chapecó com 203.270 habitantes. Diante destes dados, foram realizadas análises com intervalos populacionais diferentes em busca de proporcionar melhor possibilidade de caracterização e correlação da população com os índices de perdas. Para isso, foram definidos os seguintes intervalos populacionais: municípios com até 2.500 habitantes, de 2.500 até 5.000 habitantes, de 5.000 até 10.000 habitantes, 10.000 a 30.000 habitantes e acima de 30.000 habitantes. A Tabela 15 mostra a quantidade de

municípios da amostra geral (77 municípios) encontrada em cada um destes intervalos.

Tabela 15 – Número de municípios atendidos pela CASAN com macromedição a partir de 90% por intervalo populacional

Intervalo AG001 - População	Até 2.500	2.500 - 5 mil	5 - 10 mil	10 - 30 mil	Acima de 30 mil
Nº de municípios	31	18	15	9	4

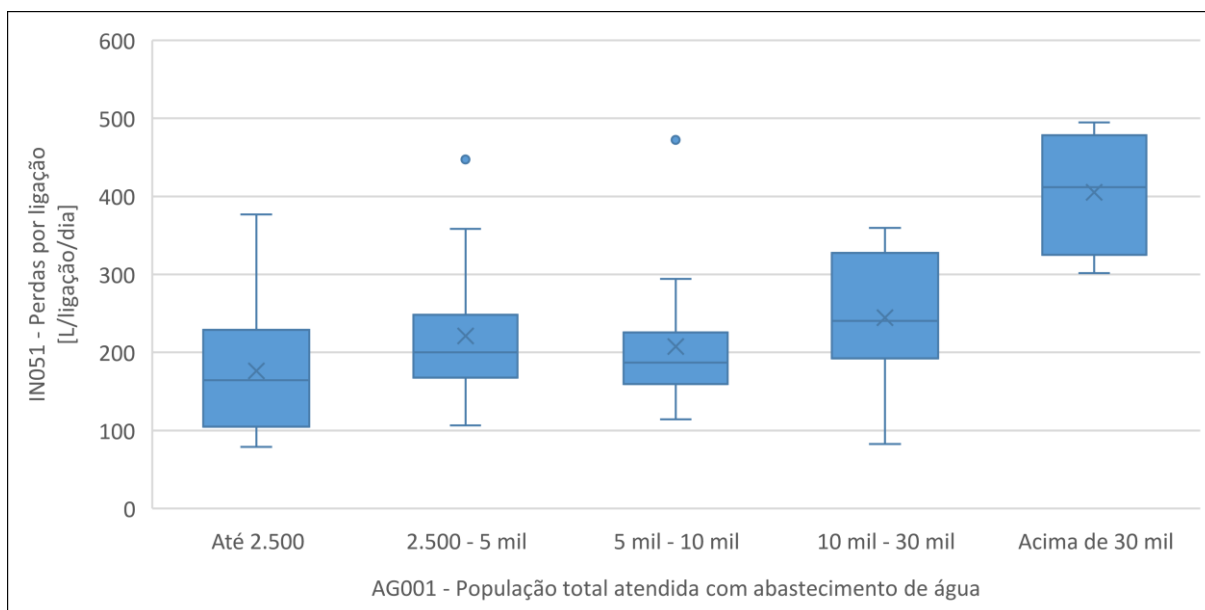
Fonte: Elaboração própria (2021).

Identificou-se que a representatividade mais significativa da informação de população (AG001) se dá pelos municípios menos populosos – 31 municípios com menos de 2.500 habitantes. Já a categoria de população total atendida com abastecimento de água (AG001) por municípios com mais de 30 mil habitantes é composta por apenas 4 amostras, sendo elas bem diversificadas: Xanxerê com 33.309 habitantes, Concórdia com 68.807 habitantes, Indaial 69.425 habitantes e Chapecó 203.270 habitantes.

4.6.2.1 Análise Geral da CASAN

A fim de analisar o comportamento do índice de perdas por ligação (IN051) correlacionado à população atendida com abastecimento de água, elaborou-se o Gráfico 15 a seguir com todos os municípios atendidos pela CASAN e que possuem macromedição mínima de 90%.

Gráfico 15 – CASAN: IN051 correlacionado aos intervalos de AG001



Fonte: Elaboração própria (2021).

Os municípios com população até 2.500 habitantes têm a maior amplitude do IN051 da análise para 100% dos municípios, e também é o intervalo com o maior número de municípios em análise (31 municípios). Ainda assim, possui menores índices considerando o corte de 75% dos seus municípios, evidenciado pelo menor mínimo e terceiro quartil (Q3), que atingem respectivamente os valores de 79,02 L/lig./dia e 228,88L/lig./dia.

Verificou-se que de forma geral, apesar da categoria entre 2.500 e 5 mil habitantes, existe uma tendência de crescimento da média e mediana do IN051 concomitante ao crescimento da população. Isso porque a categoria apresenta média e mediana maiores que o intervalo seguinte, o que a difere do comportamento das demais.

A menor amplitude geral de resultados está nos municípios entre 5 mil e 10 mil habitantes, com IN051 entre 114,48L/lig./dia e 294,37L/lig./dia, com exceção do *outlier* de 472,41L/lig./dia referente ao município de Quilombo.

Observa-se que a partir do intervalo entre 10 mil e 30 mil habitantes há mudança no comportamento do IN051, tanto do aumento mais significativo do primeiro quartil (Q1) e o do terceiro quartil (Q3), quanto do intervalo entre eles.

Além disso, a categoria de municípios com população acima de 30 mil habitantes tem os piores registros do índice IN051. Mesmo com apenas 04 municípios, seu índice de perdas por ligação inicial é maior que o terceiro quartil (Q3) das outras categorias e o seu maior IN051 correspondente também ao maior IN051 de toda a análise - município de Concórdia com 494,85L/lig./dia. Assim, pode-se indicar uma preocupação com este porte de município.

A partir do gráfico, foram encontradas as médias e medianas do índice de perdas por ligação (IN051) dos municípios atendidos pela CASAN com macromedição a partir de 90%, com intervalos populacionais igualmente adotados na análise do índice de perdas na distribuição (IN049). Estes resultados são apresentados na Tabela 16 a seguir:

Tabela 16 – Médias e medianas das perdas por ligação de todos os municípios com macromedição a partir de 90%, por intervalo populacional

Intervalo AG001 - População	Até 2.500	2.500 - 5 mil	5 mil - 10 mil	10 mil - 30 mil	Acima de 30 mil
Nº de municípios	31	18	15	9	4
Média (L/lig./dia)	176,18	221,29	207,74	244,49	404,99
Mediana (L/lig./dia)	164,57	200,08	187,15	240,40	411,67

Fonte: Elaboração própria (2021).

Conforme a Tabela 16, a categoria com população até 2.500 tem os menores valores de média e mediana de toda a análise.

Cabe destacar que as médias dos intervalos populacionais até 2.500, 2.500 – 5 mil e 5 mil – 10 mil satisfazem à meta final da Portaria 490/2021. E para as medianas, apenas os intervalos até 2.500 habitantes e 5 mil-10 mil estão dentro do valor de 216L/lig./dia.

Observa-se que os municípios com população entre 10 mil e 30 mil habitantes e também os acima de 30 mil habitantes não apresentam nem média e nem mediana que atendam aos 216L/lig./dia para o índice de perdas por ligação (IN051) estabelecidos como referência final. Assim, os valores do IN051 dessas categorias ganham destaque na análise. Isso pode revelar uma tendência

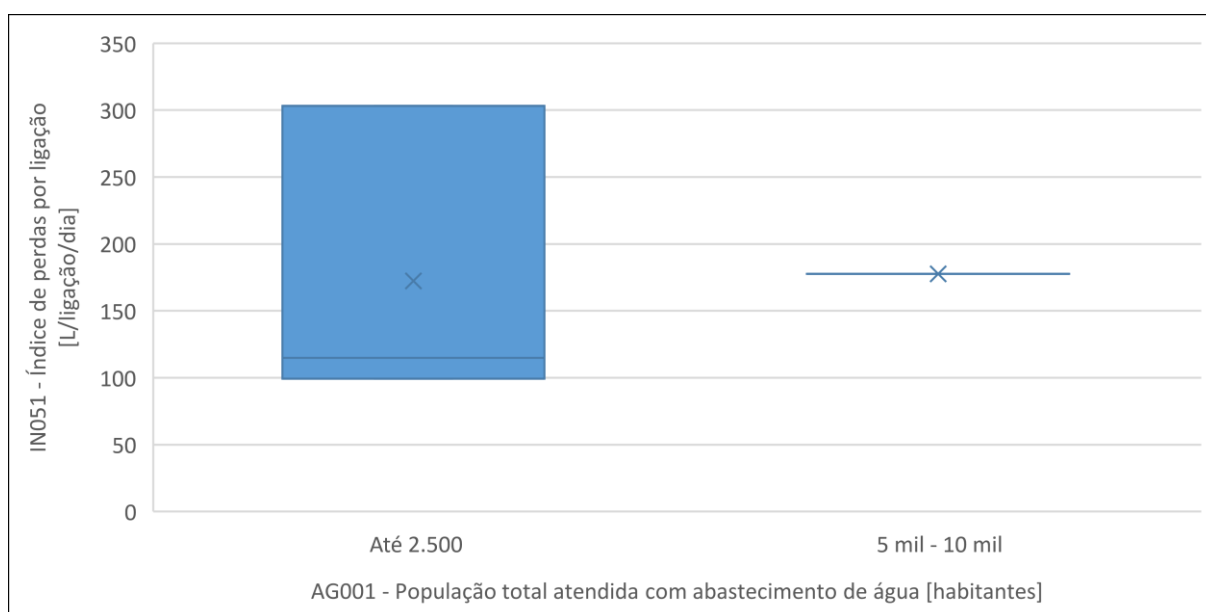
preocupante sobre o índice de perdas por ligação para os municípios com população a partir de 10 mil habitantes.

Após essa análise geral dos municípios catarinenses atendidos pela CASAN, são apresentados os resultados da investigação das perdas por ligação (IN051) por intervalo populacional para cada superintendência regional.

4.6.2.2 Análise da SRM

O gráfico a seguir apresenta dados da SRM sobre os valores do índice de perdas por ligação (IN051) correlacionados aos intervalos de população total atendida com abastecimento de água (AG001).

Gráfico 16 – SRM: IN051 correlacionado aos intervalos de AG001



Fonte: Elaboração própria (2021).

Como visto na análise do IN049, a SRM apresenta apenas 4 municípios com macromedição acima de 90%, sendo que estes não contemplam o intervalo populacional de 2.500 - 5 mil, 10 - 30 mil e acima de 30 mil. Logo, o número pequeno de amostras compromete a análise.

A partir do gráfico, foram encontradas as médias e medianas do índice de perdas por ligação (IN051) da SRM conforme o intervalo populacional adotado. Estes resultados são apresentados na Tabela 17 a seguir:

Tabela 17 – Médias e medianas das perdas por ligação dos municípios da SRM com macromedicação a partir de 90% conforme intervalo populacional

Intervalo AG001 - População	Até 2.500	2.500 - 5 mil	5 mil - 10 mil	10 mil - 30 mil	Acima de 30 mil
Nº de municípios	3	0	1	0	0
Média (L/lig./dia)	172,39	-	177,52	-	-
Mediana (L/lig./dia)	114,89	-	177,52	-	-

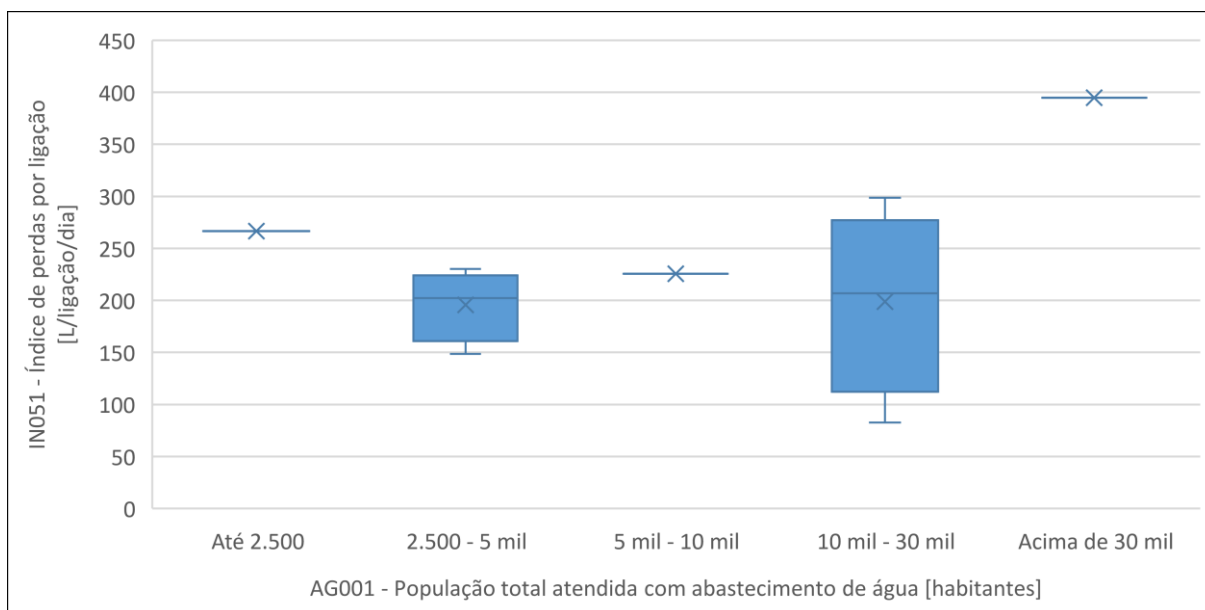
Fonte: Elaboração própria (2021).

Os três municípios que a SRM apresenta com população até 2.500 habitantes são: Angelina (com IN051 igual a 114,89L/lig./dia), Major Gercino (com IN051 igual a 303,14 L/lig./dia) e Botuverá (com IN051 igual a 99,14L/lig./dia). O município de Antônio Carlos, com população entre 5 mil e 10 mil habitantes, possui índice de perdas por ligação de 177,52L/lig./dia.

Logo, nota-se que somente Major Gercino não atende a meta final de 216 L/lig./dia da Portaria nº 490/2021 para o IN051.

4.6.2.3 Análise da SRN

O Gráfico 17 a seguir apresenta dados da SRN sobre os valores do índice de perdas por ligação (IN051) correlacionados aos intervalos de população total atendida com abastecimento de água (AG001).

Gráfico 17 – SRN: IN051 correlacionado aos intervalos de AG001

Fonte: Elaboração própria (2021).

A partir do gráfico, foram encontradas as médias e medianas do índice de perdas por ligação (IN051) da SRN conforme o intervalo populacional adotado. Estes resultados são apresentados na Tabela 18 a seguir:

Tabela 18 – Médias e medianas das perdas por ligação dos municípios da SRN com macromedição a partir de 90% conforme intervalo populacional

Intervalo AG001 - População	Até 2.500	2.500 - 5 mil	5 mil - 10 mil	10 mil - 30 mil	Acima de 30 mil
Nº de municípios	1	4	1	4	1
Média (L/lig./dia)	266,51	195,79	225,62	198,68	394,78
Mediana (L/lig./dia)	266,51	202,25	225,62	206,69	394,78

Fonte: Elaboração própria (2021).

Como visto anteriormente, a SRN contém pequeno número de municípios com macromedição acima de 90% - são apenas 11. As categorias de 2.500 e 5 mil habitantes e a de 10 mil e 30 mil habitantes possuem média e mediana dentro do estabelecido para meta final da Portaria nº 490/2021. Nota-se que o intervalo de menor população tem também a menor amplitude geral para o índice de perdas,

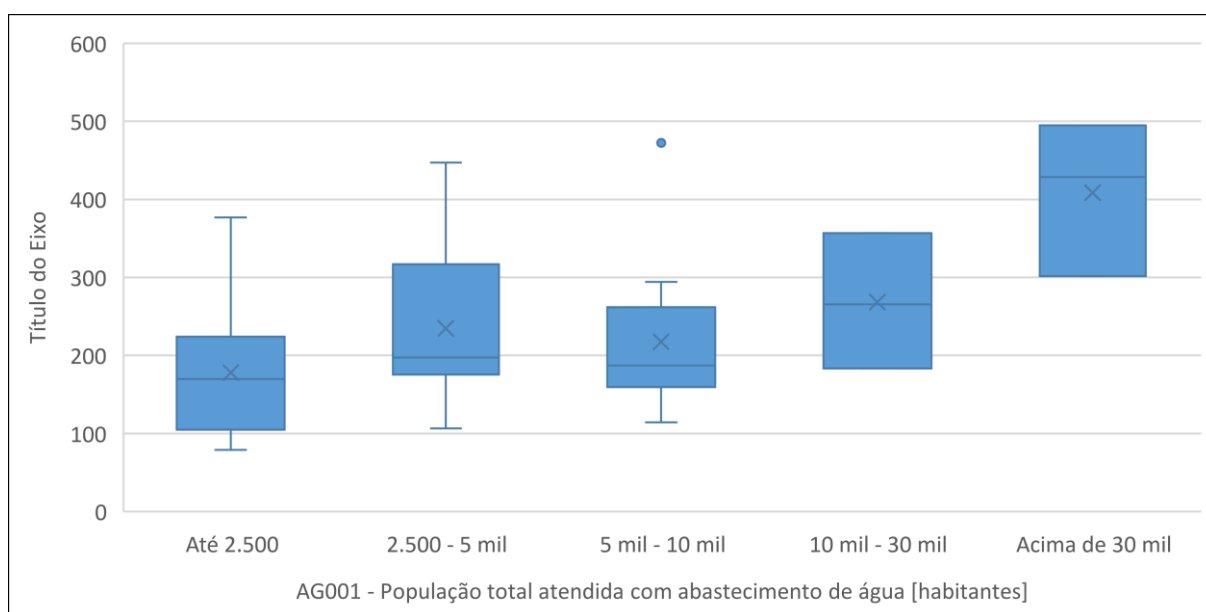
mesmo que ambas apresentem valores bem próximos entre médias e medianas. O mesmo acontecia para o índice de perdas na distribuição (IN049).

As demais categorias (até 2.500 habitantes, entre 5 mil e 10 mil habitantes e também acima de 30 mil habitantes) possuem um único município na amostra, e ainda assim com IN051 insatisfatório.

4.6.2.4 Análise da SRO

O gráfico a seguir apresenta dados da SRO sobre os valores do índice de perdas por ligação (IN051) correlacionados aos intervalos de população total atendida com abastecimento de água (AG001).

Gráfico 18 – SRO: IN051 correlacionado aos intervalos de AG001



Fonte: Elaboração própria (2021).

Assim como observado no Gráfico 15 que contempla todos os municípios da CASAN, constata-se neste Gráfico 18 que apesar do intervalo de 2.500 e 5 mil habitantes, quanto maior a população, maior é o IN051. O comportamento semelhante entre ambos os gráficos pode ser justificado pela relevante representação dos municípios da SRO na composição geral da CASAN.

O intervalo populacional de 5 mil a 10 mil habitantes é o que apresenta a menor variação do IN051 entre o primeiro quartil (Q1) e o segundo quartil (Q2), ou seja, metade das amostras tem valores mais próximos entre si do que nas demais categorias. Assim como no IN049, o município de Quilombo também é o outlier desse intervalo com IN051 igual a 472,41 L/lig/dia.

A partir do gráfico, foram encontradas as médias e medianas do índice de perdas por ligação (IN051) da SRO conforme o intervalo populacional adotado. Estes resultados são apresentados na Tabela 19 a seguir:

Tabela 19 – Médias e medianas das perdas por ligação dos municípios da SRO com macromedicação a partir de 90% conforme intervalo populacional

Intervalo AG001 - População	Até 2.500	2.500 - 5 mil	5 mil - 10 mil	10 mil - 30 mil	Acima de 30 mil
Nº de municípios	23	12	11	3	3
Média (L/lig./dia)	177,90	234,55	217,45	268,56	408,39
Mediana (L/lig./dia)	169,88	197,07	187,15	265,34	428,55

Fonte: Elaboração própria (2021).

De acordo com a Tabela 19, os municípios com população até 2.500 habitantes são os que compõem o maior grupo e também os de menores média e mediana do índice de perdas por ligação (IN051).

As categorias com AG001 entre 10 mil e 30 mil habitantes e acima de 30 mil habitantes contemplam um pequeno número de municípios em sua composição (apenas 3 cada uma). Esses intervalos com municípios mais populosos também são os de maiores médias e medianas para o IN051, revelando um alerta para os municípios com população acima de 10 mil habitantes. O caso é ainda mais preocupante nos municípios acima de 30 mil habitantes, afinal, a média do IN051 da categoria é 43% maior que dos municípios até 2.500 habitantes.

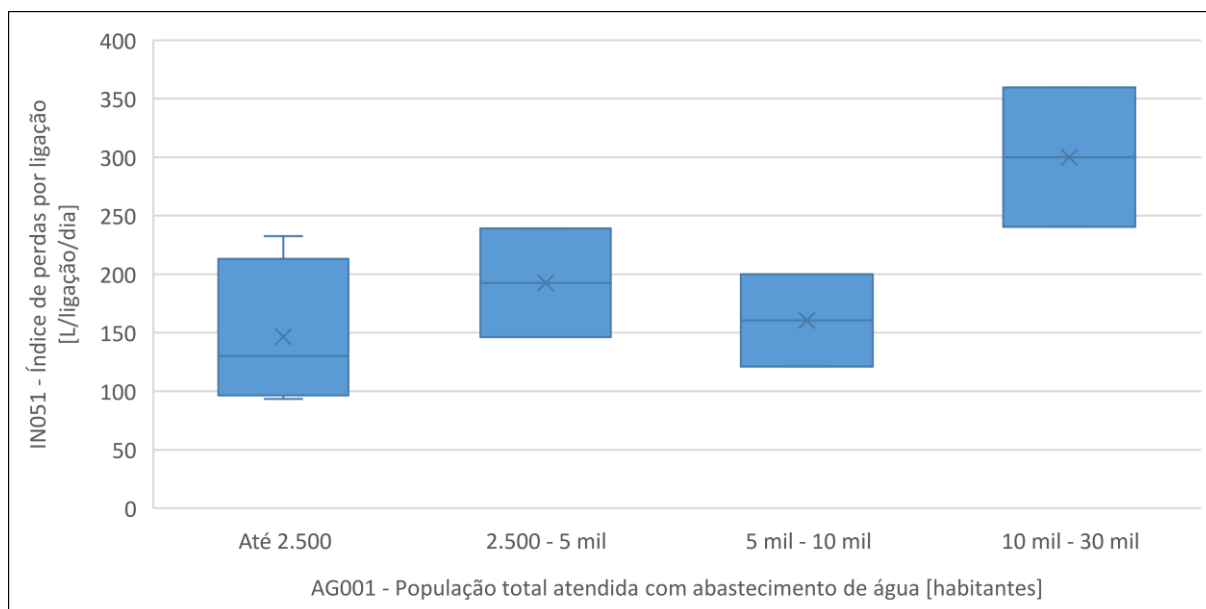
Por fim, considerando a Portaria nº 490/2021 e a meta final de 216L/lig/dia, as medianas das categorias de até 2.500 habitantes, 2.500 - 5 mil habitantes e 5 mil – 10 mil habitantes estão em conformidade. Isto é bastante preocupante, afinal nem

mesmo metade dos municípios da SRO atendem ao estabelecido em portaria. Além disso, somente a média dos municípios com até 2.500 habitantes é satisfatória.

4.6.2.5 Análise da SRS

O gráfico a seguir apresenta dados da SRS sobre os valores do índice de perdas por ligação (IN051) correlacionados aos intervalos de população total atendida com abastecimento de água (AG001).

Gráfico 19 – SRS: IN051 correlacionado aos intervalos de AG001



Fonte: Elaboração própria (2021).

A partir do gráfico, foram encontradas as médias e medianas do índice de perdas por ligação (IN051) da SRS conforme o intervalo populacional adotado. Estes resultados são apresentados na Tabela 20 a seguir:

Tabela 20 – Médias e medianas das perdas por ligação dos municípios da SRS com macromedicação a partir de 90% conforme intervalo populacional

Intervalo AG001 - População	Até 2.500	2.500 - 5 mil	5 mil - 10 mil	10 mil - 30 mil	Acima de 30 mil
Nº de municípios	4	2	2	2	0
Média (L/lig./dia)	146,55	192,68	160,47	300,07	-
Mediana (L/lig./dia)	130,14	192,68	160,47	300,07	-

Fonte: Elaboração própria (2021).

Pela Tabela 20, percebe-se que o diagnóstico do índice de perdas por ligação pode ser prejudicado pela escassez de municípios em cada categoria. Inclusive, a SRS não é contemplada por municípios com população acima de 30 mil habitantes.

Apesar disso, assim como nas outras superintendências, na SRS o intervalo entre 2.500 e 5 mil habitantes destoa da possível tendência de que quanto maior a população do intervalo do AG001 maior o índice de perdas por ligação (IN051). Isso porque o primeiro e o terceiro quartis bem como a média e mediana do índice de perdas para o intervalo entre 2.500 e 5 mil habitantes são maiores do que no intervalo entre 5 mil e 10 mil habitantes.

Além disso, todas as médias e medianas dos intervalos populacionais analisadas estão dentro do estabelecido na Portaria 490/2021 para a meta final do índice de perdas por ligação de 216L/lig/dia, com exceção do intervalo entre 10 mil e 30 mil habitantes com IN051 300,07L/lig/dia. Os municípios desta categoria representam o pior desempenho da análise, uma vez que seu valor mínimo (240,4L/lig/dia) ultrapassa o máximo das demais categorias.

4.6.3 Análise do Índice de Perdas por Ligação (IN051) pelo ao Mesmo Intervalo de População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001)

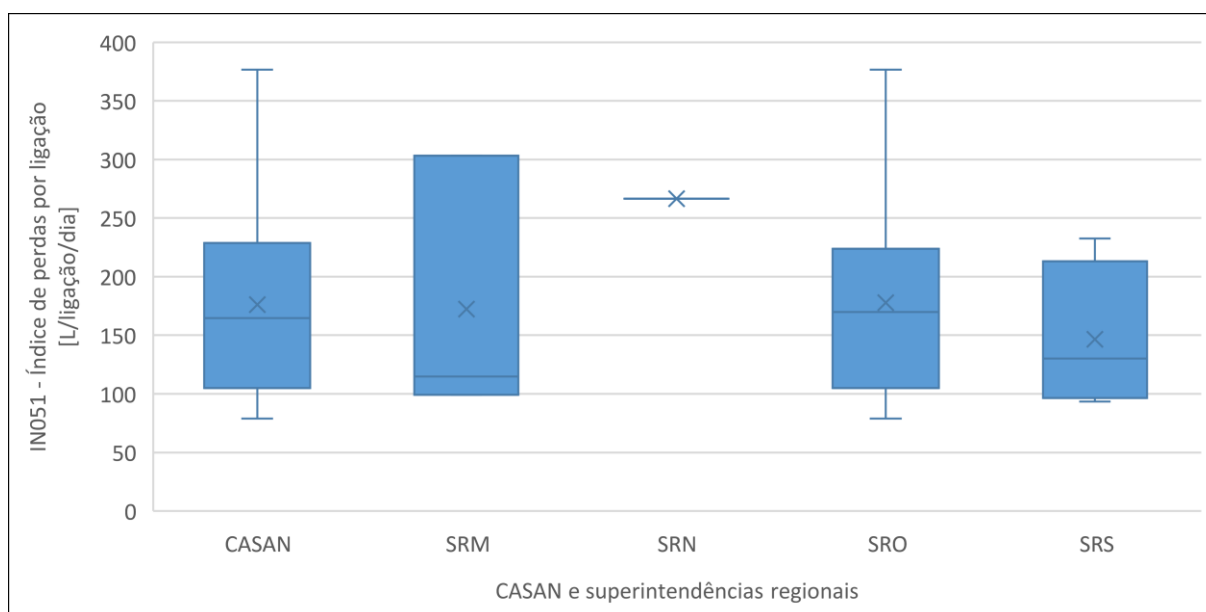
Assim como no IN049, esta nova análise consistiu em comparar a CASAN com suas superintendências quando correlacionadas ao mesmo intervalo populacional, permitindo desta forma estudar mais um fator que possa ter interferência nos indicadores de perdas. Logo, serão apresentados os diagnósticos da CASAN

junto às SR considerando somente os municípios com até 2.500 habitantes, seguido dos municípios com 2.500 a 5 mil habitantes, 5 mil a 10 mil habitantes, 10 mil a 30 mil habitantes, e por fim, acima de 30 mil habitantes.

4.6.3.1 População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001) com até 2.500 habitantes

O Gráfico 20 a seguir mostra os valores do índice de perdas por ligação (IN051) dos municípios da CASAN e de cada superintendência com população atendida com abastecimento de água (AG001) de até 2.500 habitantes.

Gráfico 20 – IN051 correlacionado à AG001 até 2.500 habitantes por SR



Fonte: Elaboração própria (2022).

Inicialmente, percebe-se um comportamento semelhante do índice de perdas por ligação (IN051) para os municípios com população até 2.500 habitantes da CASAN, SRO e SRS. E identificado pelos valores próximos do IN051 dos primeiros quartis (Q1) e os terceiros quartis (Q3) e seus intervalos da CASAN, SRO e SRS.

Nota-se por este gráfico que o comportamento do índice de perdas por ligação é análogo ao índice de perdas na distribuição. Inclusive, que a CASAN aqui

também tem os índices máximos e mínimos do IN051 bastante influenciados pela SRO.

A partir do gráfico, foram encontradas as médias e medianas do índice de perdas por ligação (IN051) da CASAN e das superintendências para os municípios com população até 2.500 habitantes. Estes resultados são apresentados na Gráfico 20Tabela 21 a seguir:

Tabela 21 – IN051 das regionais com população total atendida com abastecimento de água até 2.500 habitantes

AG001 – População até 2.500 habitantes	CASAN	SRM	SRN	SRO	SRS
Nº de municípios	31	3	1	23	4
Média (L/lig./dia)	176,17	172,39	266,51	177,89	146,54
Mediana (L/lig./dia)	164,57	114,89	266,51	169,88	130,14

Fonte: Elaboração própria (2022).

Como mostra a Tabela 21 – IN051 das regionais com população total atendida com abastecimento de água até 2.500 habitantes, a análise é dificultada pela discrepância no número de municípios de cada SR. Logo, assim como ocorre no IN049, a CASAN e a SRO apresentam valores próximos para a média e mediana, mas a CASAN tem melhores valores, o que pode ser resultado da contribuição da SRM e SRS.

A SRN tem somente o município de Porto União com até 2.500 habitantes e macromedicação acima de 90% – seu índice de perdas por ligação é de 266,51 L/lig./dia.

Dentre as SR que possuem mais municípios, pode-se destacar que SRS é a superintendência com menor amplitude geral do índice de perdas por ligação – IN051 entre 93,31 L/lig./dia e 232,6 L/lig./dia. Além disso, apresenta a média mais baixa (146,54L/lig./dia) do IN051 para os municípios com população até 2.500 habitantes.

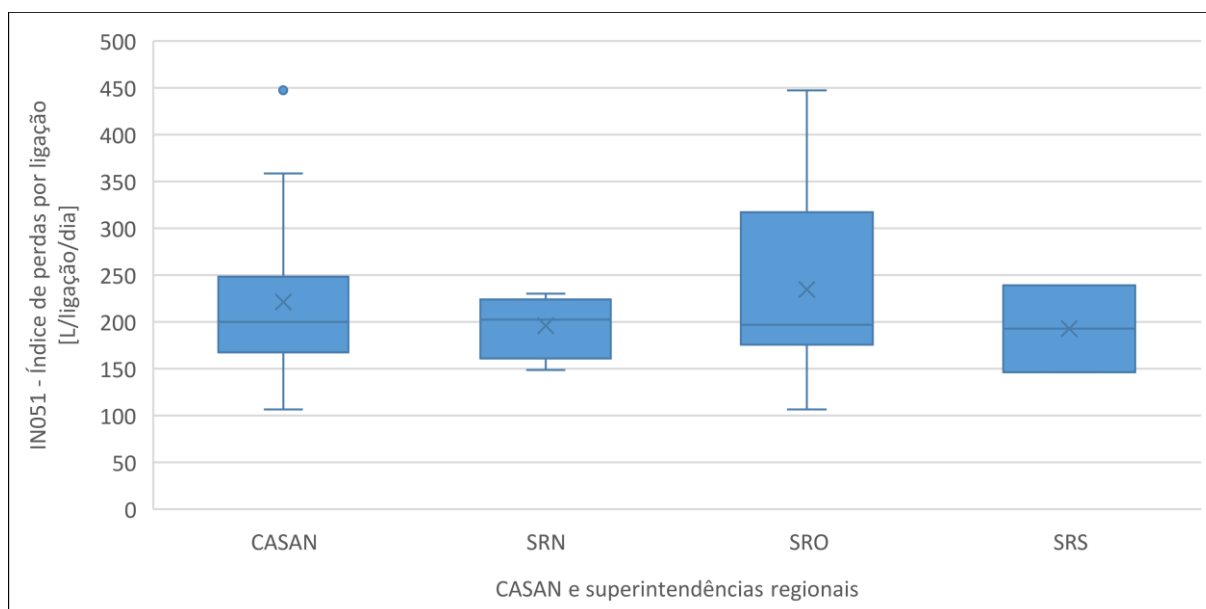
Todas as médias e medianas atendem ao IN051 (até 216 L/lig./dia) estabelecido como meta final da Portaria 490/2021, com exceção da SRN

representada por Porto União. O mesmo não acontece com o IN049 - nenhuma média deste índice tem resultado satisfatório.

4.6.3.2 População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001) entre 2.500 e 5 mil habitantes

O Gráfico 21 a seguir mostra os valores do índice de perdas por ligação (IN051) dos municípios da CASAN e de cada superintendência com população atendida com abastecimento de água (AG001) entre 2.500 e 5 mil habitantes.

Gráfico 21 – IN051 correlacionado à AG001 entre 2.500 e 5 mil habitantes por SR



Fonte: Elaboração própria (2022).

Observa-se um comportamento semelhante entre o IN049 e IN051. Porém, nesta análise do índice de perdas por ligação, identifica-se que o valor máximo da SRO contribui como *outlier* na análise geral da CASAN - com o mesmo município de Ponte Alta do Norte e IN051 de 447,21 L/lig./dia. Isso revela que o intervalo geral da CASAN para o índice de perdas por ligação é menor comparado à SRO, logo o desempenho pode ser mais eficiente para o IN051 comparado ao IN049.

A partir do gráfico, foram encontradas as médias e medianas do índice de perdas por ligação (IN051) da CASAN e das superintendências para os municípios

com população entre 2.500 e 5 mil habitantes. Estes resultados são apresentados na Tabela 22 a seguir:

Tabela 22 – IN051 das regionais com população total atendida com abastecimento de água entre 2.500 e 5 mil habitantes

AG001 – População entre 2.500 e 5 mil habitantes	CASAN	SRM	SRN	SRO	SRS
Nº de municípios	18	0	4	12	2
Média (L/lig./dia)	221,28	-	195,79	234,55	192,68
Mediana (L/lig./dia)	200,08	-	202,25	197,07	192,68

Fonte: Elaboração própria (2022).

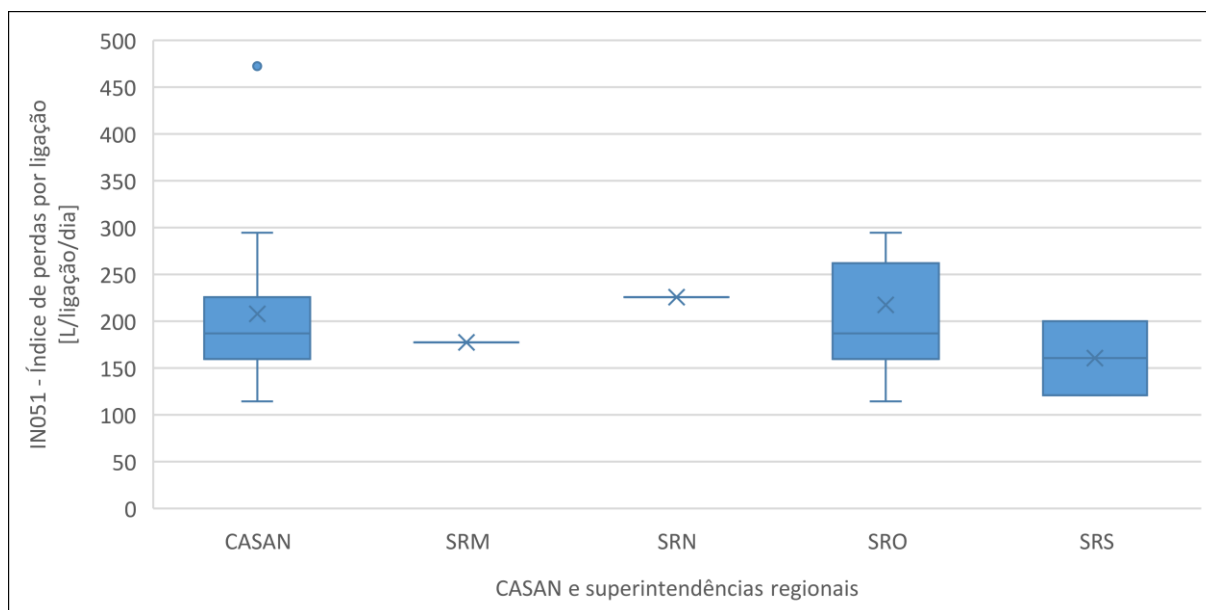
A SRO é a regional com maior contribuição para análise deste intervalo populacional, já a SRM não contém município com população entre 2.500 e 5 mil habitantes com macromedicação acima de 90%. A SRN é representada por 4 municípios e a SRS por 2 municípios.

Verificam-se nesta tabela valores em desconformidade aos 216L/lig./dia estabelecidos como meta final da Portaria 490/2021: as médias da SRO e da CASAN. Ressalta-se que a CASAN tem IN051 médio mais próximo ao satisfatório, o que pode ser resultado da influência positiva das SRN e SRS – mesmo tendo juntas um número de municípios menor que a SRO.

Logo, percebe-se que para o intervalo populacional entre 2.500 e 5 mil habitantes a SRO é a superintendência mais preocupante.

4.6.3.3 População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001) entre 5 mil e 10 mil habitantes

O Gráfico 22 a seguir mostra os valores do índice de perdas por ligação (IN051) dos municípios da CASAN e de cada superintendência com população atendida com abastecimento de água (AG001) entre 5 mil e 10 mil habitantes.

Gráfico 22 – IN051 correlacionado à AG001 entre 5 mil e 10 mil habitantes por SR

Fonte: Elaboração própria (2022).

A partir do gráfico, foram encontradas as médias e medianas do índice de perdas por ligação (IN051) da CASAN e das superintendências para os municípios com população entre 5 mil e 10 mil habitantes. Estes resultados são apresentados na Tabela 23 a seguir:

Tabela 23 – IN051 das regionais com população total atendida com abastecimento de água entre 5 mil e 10 mil habitantes

AG001 – População entre 5 mil e 10 mil habitantes	CASAN	SRM	SRN	SRO	SRS
Nº de municípios	15	1	1	11	2
Média (L/lig./dia)	207,73	177,52	225,62	217,45	160,47
Mediana (L/lig./dia)	187,15	177,52	255,62	187,15	160,47

Fonte: Elaboração própria (2022).

Para este intervalo populacional também é a SRO a maior representante da amostra geral - são 11 dos 15 municípios totais. Isto reflete na igualdade da mediana entre SRO e CASAN.

A SRM e a SRN têm apenas 1 município cada nesta categoria. Porém, destaca-se que a SRN tem IN051 elevado e que não atende a meta final da Portaria 490/2021 de 216 L/lig/dia, ao contrário da SRM que apresenta IN051 bem abaixo da meta.

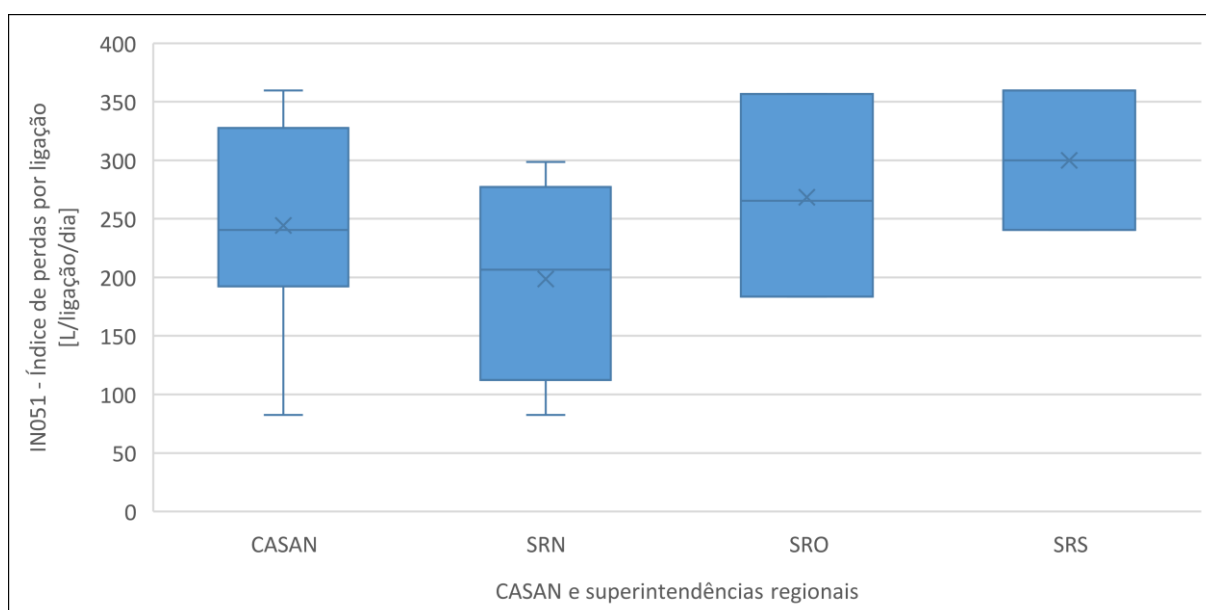
O comportamento da SRO é mais disperso para o IN051 do que no IN049: há relevante diferença entre média e mediana do índice de perdas por ligação, enquanto que no índice de perdas na distribuição os valores de média e mediana eram mais próximos.

A SRS é representada por somente 2 municípios que, por sua vez, atendem ao estabelecido em Portaria para o IN051 - o que não ocorre para o IN049.

O valor de 216L/lig/dia estabelecido como meta final da Portaria 490/2021 não é respeitado pela média da SRN e pela média da SRO. No entanto, todas as demais médias e medianas estão de acordo com a referência. O mesmo não acontece no IN049 em que todas as médias e medianas são insatisfatórias.

4.6.3.4 População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001) entre 10 mil e 30 mil habitantes

O Gráfico 23 a seguir mostra os valores do índice de perdas por ligação (IN051) dos municípios da CASAN e de cada superintendência com população atendida com abastecimento de água (AG001) entre 10 mil e 30 mil habitantes.

Gráfico 23 – IN051 correlacionado à AG001 até entre 10 mil e 30 mil habitantes por SR

Fonte: Elaboração própria (2022).

Para essa categoria populacional não há semelhança perceptível no comportamento do IN051 entre as diferentes SR.

A partir do gráfico, foram encontradas as médias e medianas do índice de perdas por ligação (IN051) da CASAN e das superintendências para os municípios com população entre 10 mil e 30 mil habitantes. Estes resultados são apresentados na Tabela 24 a seguir:

Tabela 24 – IN051 das regionais com população total atendida com abastecimento de água entre 10 mil e 30 mil habitantes

AG001 – População					
entre 10 mil e 30 mil habitantes	CASAN	SRM	SRN	SRO	SRS
Nº de municípios	9	0	4	3	2
Média (L/lig./dia)	244,49	-	198,67	268,52	300,07
Mediana (L/lig./dia)	240,90	-	206,69	265,54	300,07

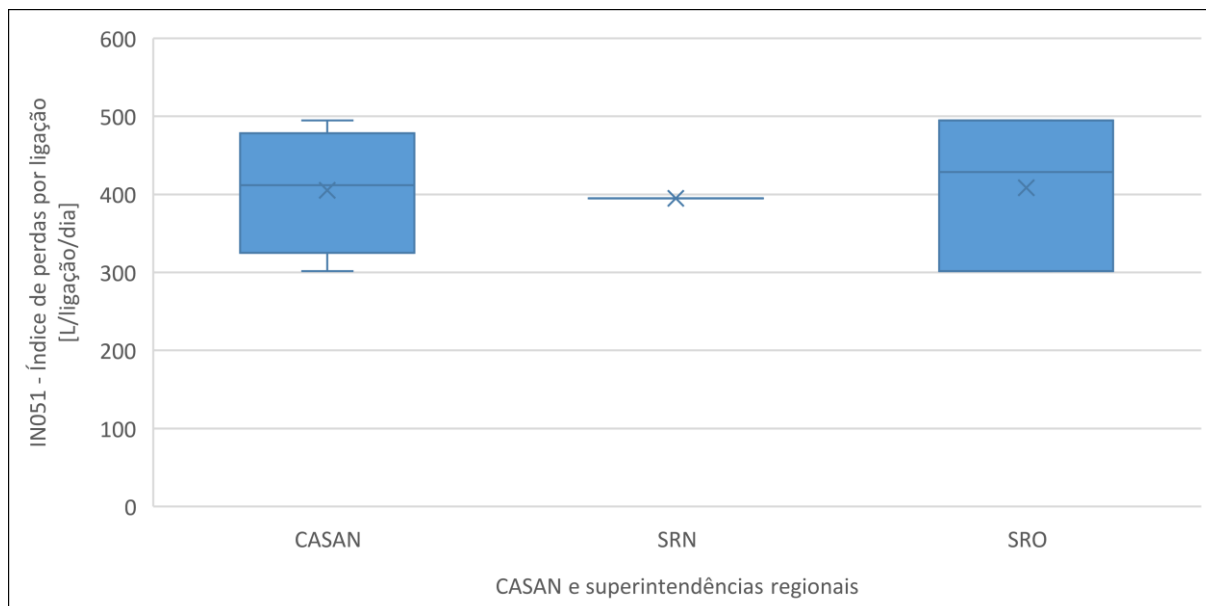
Fonte: Elaboração própria (2022).

A SRN é a única superintendência que tem média e mediana que atendem aos 216 L/lig/dia da meta final da Portaria 490/2021. E diferentemente das demais análises, é a SRN que contém o maior número de municípios nesta análise (4), seguida da SRO (3 municípios) e da SRS (2 municípios), já a SRM não tem amostra nesta. Porém, apesar da maior representatividade e melhor desempenho da SRN, as médias e medianas mais altas da SRO e da SRS parecem afetar o IN051 da CASAN - que por sua vez também não cumpre com a meta final da portaria.

4.6.3.5 População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001) acima de 30 mil habitantes

O Gráfico 24 a seguir mostra os valores do índice de perdas por ligação (IN051) dos municípios da CASAN e de cada superintendência com população atendida com abastecimento de água (AG001) acima de 30 mil habitantes.

Gráfico 24 – IN051 correlacionado à AG001 acima de 30 mil habitantes por SR



Fonte: Elaboração própria (2022).

Apesar da análise prejudicada pela falta de representatividade das superintendências, nota-se que a CASAN e a SRO têm comportamentos semelhantes para o índice de perdas por ligação.

A partir do gráfico, foram encontradas as médias e medianas do índice de perdas por ligação (IN051) da CASAN e das superintendências para os municípios com população acima de 30 mil habitantes. Estes resultados são apresentados na Tabela 25 a seguir:

Tabela 25 – IN051 das regionais com população total atendida com abastecimento de água acima de 30 mil habitantes

AG001 – População					
acima de 30 mil habitantes	CASAN	SRM	SRN	SRO	SRS
Nº de municípios	4	0	1	3	0
Média (L/lig./dia)	404,99	-	394,78	408,39	-
Mediana (L/lig./dia)	411,66	-	394,78	428,55	-

Fonte: Elaboração própria (2022).

Essa análise é a que tem o menor número de amostras geral, totalizada por 4 municípios, sendo 3 deles da SRO e apenas 1 da SRN. A SRM e SRS não possuem municípios com população acima de 30 mil habitantes com macromedicação acima de 90%.

Assim, faz-se possível verificar apenas o comportamento da SRO e, por conseguinte, da CASAN. Percebe-se que o índice de perdas por distribuição para a SRO e CASAN tem valores próximos entre médias e medianas, o que já era esperado devido à baixa influência das demais superintendências. E como anteriormente verificado para o IN049, as médias e medianas dos municípios com população acima de 30 mil habitantes não respeitam à meta final da Portaria 490/2021 de 216 L/lig./dia para o IN051. Assim como nenhum município da análise, visto que o menor índice de perdas é 301,78 L/lig./dia (representado por Xanxerê).

4.7 Análise Estatística

4.7.1 Regressão Linear do Índice de Perdas na Distribuição (IN049)

Após análise descritiva dos dados por meio de gráficos *boxplot*, determinou-se a relação entre a população abastecida (AG001) e o índice de perdas na distribuição (IN049) através do método estatístico de regressão linear. Além disso, em função de alguns resultados encontrados especificamente na análise descritiva do fator população e sua influência no IN049, aplicou-se a regressão linear dividindo-se os grupos entre municípios de até 10 mil habitantes e acima de 10 mil habitantes. Os tópicos abaixo relatam e discutem os resultados encontrados.

O município de Chapecó foi excluído dos dados por conta da discrepância da população abastecida – são 203.270 habitantes, sendo que o município imediatamente menor é Indaial com 69.425 habitantes (que passa a ser, desta forma, o município mais populoso da análise).

4.7.1.1 *População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001)*

Para análise geral deste indicador, considerou-se todos os municípios com índice de macromedição considerado satisfatório na estatística de regressão linear entre a variável independente AG001 – população total atendida com abastecimento de água e a variável dependente IN049 – índice de perdas na distribuição.

Por estes dados não foi verificada uma tendência muito forte de aumento das perdas de água na distribuição conforme o aumento populacional, como identificado nas Tabela 26 e Tabela 27 de dados estatísticos da regressão, dados da análise e dados da saída da regressão, respectivamente.

Tabela 26 – Estatística de regressão entre AG001 total e IN049

Estatística de regressão	
R múltiplo	0,2709
R-Quadrado	0,0734
R-quadrado ajustado	0,0609
Erro padrão	9,8863
Observações	76,0000

Fonte: Elaboração própria (2022).

Tabela 27 – Análise de coeficientes entre AG001 total e IN049

	Coeficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Interseção	33,3230	1,3148	25,3451	0,0000	30,7033	35,9428	30,7033	35,9428
AG001 - População total atendida com abastecimento de água	0,0002	0,0001	2,4209	0,0179	0,0000	0,0004	0,0000	0,0004

Fonte: Elaboração própria (2022).

Nota-se pelo R múltiplo que a relação linear entre o IN049 e AG001 é de 27,09%. E que através do R-Quadrado, sabe-se que 7,34% do modelo se ajusta aos dados, ou seja, 7,34% dos dados são representados pelo modelo.

Constata-se por meio dos dados de saída que o índice de perdas na distribuição varia entre 30,7% e 35,94%. E com o valor-P menor que 0,05 (com 95% de significância), comprova-se que o valor do coeficiente ou interseção não pode ser reduzido a zero, o que permite a consideração da variável no estudo.

Através desta validação do valor-P, mesmo tendo R múltiplo apresentado uma correlação pouco satisfatória, juntamente ao evidenciado nos gráficos com as análises descritivas que deduzem a tendência de aumento do índice de perdas com o aumento da população, aprofundou-se o estudo com a análise de dois grupos: população total atendida com abastecimento de água com até 10 mil habitantes e o outro com população acima de 10 mil habitantes.

4.7.1.2 População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001) com até 10 mil Habitantes

A estatística de regressão linear entre a variável independente AG001 – população total atendida com abastecimento de água considerando somente os municípios com até 10 mil habitantes e a variável dependente IN049 – índice de perdas na distribuição permitiu constatar a deficiência da tendência de aumento das perdas conforme o aumento populacional neste grupo, como identificado nas Tabelas Tabela 28 e Tabela 29 de dados estatísticos da regressão e dados da saída da regressão, respectivamente.

Tabela 28 – Estatística de regressão entre AG001 até 10 mil e IN049

Estatística de regressão	
R múltiplo	0,0321
R-Quadrado	0,0010
R-quadrado ajustado	-0,0151
Erro padrão	10,4886
Observações	64,0000

Fonte: Elaboração própria (2022).

Tabela 29 – Análise de coeficientes entre AG001 até 10 mil e IN049

	Coeficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Interseção	33,7955	2,3395	14,4458	0,0000	29,1190	38,4720	29,1190	38,4720
AG001 - População total atendida com abastecimento de água	0,0002	0,0006	0,2532	0,8010	-0,0011	0,0014	-0,0011	0,0014

Fonte: Elaboração própria (2022).

Nota-se pelo R múltiplo que a relação linear entre o IN049 e AG001 é de 3,21%. E que através do R-Quadrado, sabe-se que 0,1% do modelo se ajusta aos dados, ou seja, nenhum município é representado pelo modelo.

Constata-se por meio dos dados de saída que o índice de perdas na distribuição varia entre 29,12% e 38,47%. E com o valor-P maior que 0,05 (com 95% de significância), comprova-se que o valor do coeficiente ou interseção pode ser reduzido à zero, o que confirma desconsiderar a correlação entre o IN049 e o AG001 para municípios com população até 10 mil habitantes.

4.7.1.3 Índice de Perdas na Distribuição (IN049) e População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001) acima de 10 mil Habitantes

Realizou-se a estatística de regressão linear entre a variável independente AG001 – população total atendida com abastecimento de água acima de 10 mil habitantes e a variável dependente IN049 – índice de perdas na distribuição. E comprovou-se uma tendência de aumento das perdas conforme o aumento populacional neste grupo, como identificado nas Tabela 30 e Tabela 31 de dados estatísticos da regressão e dados da saída da regressão, respectivamente.

Tabela 30 – Estatística de regressão entre AG001 acima de 10 mil e IN049

Estatística de regressão	
R múltiplo	0,7512
R-Quadrado	0,5644
R-quadrado ajustado	0,5208
Erro padrão	5,9327
Observações	12,0000

Fonte: Elaboração própria (2022).

Tabela 31 – Análise de coeficientes entre AG001 acima de 10 mil e IN049

	Coeficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Interseção	29,6031	2,9814	9,9294	0,0000	22,9602	36,2459	22,9602	36,2459
AG001 -	0,0003	0,0001	3,5993	0,0049	0,0001	0,0005	0,0001	0,0005
População total								
atendida com								
abastecimento								
de água								

Fonte: Elaboração própria (2022).

Nota-se pelo R múltiplo que a relação linear entre o IN049 e AG001 acima de 10 mil habitantes é de 75,12%. E que através do R-Quadrado, sabe-se que 56,44% do modelo se ajusta aos dados, ou seja, 56,44% dos municípios são representados pelo modelo.

O erro padrão dispõe da informação de que 5,21 é a variação da média obtida pelo modelo correlacionado à média da população. Esse valor pode ser utilizado para calcular o intervalo de confiança do modelo. Ou seja, é esperado que o modelo erre em até 5,21 o valor do IN049 para mais ou para menos, com 95% de confiança – o menor encontrado nas análises realizadas até o momento.

Constata-se por meio dos dados de saída que o índice de perdas na distribuição varia entre 22,96% e 36,25%. E com o valor-P menor que 0,05 (com 95% de significância), comprova-se que o valor do coeficiente ou interseção não pode ser reduzido à zero, o que confirma a aplicabilidade da correlação entre o IN049 e o AG001 para municípios com população acima de 10 mil habitantes

4.7.2 Regressão Linear do Índice de Perdas por Ligação (IN051)

Nesta etapa, consideraram-se todos os municípios da CASAN com nível de macromedição acima de 90% na estatística de regressão linear entre a variável independente AG001 – população total atendida com abastecimento de água e a variável dependente IN51 – índice de perdas por ligação. Além disso, tendo em vista algumas tendências verificadas na análise descritiva do fator população e sua

influência no IN051, aplicou-se a regressão linear dividindo-se os grupos entre municípios de até 10 mil habitantes e acima de 10 mil habitantes.

Constatou-se que é admissível a tendência de aumento das perdas conforme o aumento populacional, revelando resultados mais promissores do que os encontrados no IN049, como identificado nas Tabela 32 e Tabela 33 de dados estatísticos da regressão e dados da saída da regressão, respectivamente.

Tabela 32 – Estatística de regressão entre AG001 total e IN051

Estatística de regressão	
R múltiplo	0,5146
R-Quadrado	0,2648
R-quadrado ajustado	0,2549
Erro padrão	79,6528
Observações	76,0000

Fonte: Elaboração própria (2022).

Tabela 33 – Análise de coeficientes entre AG001 total e IN051

	Coeficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Interseção	182,2282	10,5929	17,2028	0,0000	161,1214	203,3351	161,1214	203,3351
AG001 - População total atendida com abastecimento de água	0,0039	0,0008	5,1631	0,0000	0,0024	0,0054	0,0024	0,0054

Fonte: Elaboração própria (2022).

Nota-se pelo R múltiplo que a relação linear entre o IN051 e AG001 é de 51,46%. E que através do R-Quadrado, sabe-se que 26,48% do modelo se ajusta aos dados, ou seja, 26,48% dos dados são representados pelo modelo.

Constata-se por meio dos dados de saída que o índice de perdas na distribuição varia entre 161,12% e 203,33%. E com o valor-P menor que 0,05 (com

95% de significância), comprova-se que o valor do coeficiente ou interseção não pode ser reduzido a zero, o que permite a consideração da variável no estudo. Na discussão dos próximos resultados aprofundou-se o estudo com a análise de dois grupos: população total atendida com abastecimento de água com até 10 mil habitantes e o outro com população acima de 10 mil habitantes.

4.7.2.1 População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001) até 10 mil Habitantes

Afim de tentar comprovar uma possível tendência observada nos gráficos *boxplot* e na análise descritiva geral, realizou-se a estatística de regressão linear entre a variável independente AG001 – população total atendida com abastecimento de água considerando somente os municípios com até 10 mil habitantes e a variável dependente IN051 – índice de perdas por ligação.

Essa análise entre as variáveis não permitiu constatar uma forte tendência de aumento das perdas conforme o aumento populacional, como identificado nas Tabela 34 e Tabela 35 de dados estatísticos da regressão e dados da saída da regressão, respectivamente.

Tabela 34 – Estatística de regressão – Estatística de regressão entre AG001 até 10 mil e IN051

Estatística de regressão	
R múltiplo	0,1866
R-Quadrado	0,0348
R-quadrado ajustado	0,0193
Erro padrão	81,8199
Observações	64,0000

Fonte: Elaboração própria (2022).

Tabela 35 – Análise de coeficientes entre AG001 até 10 mil e IN051

	Coeficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Interseção	173,6502	18,2499	9,5151	0,0000	137,1692	210,1312	137,1692	210,1312
AG001 -	0,0071	0,0047	1,4959	0,1397	-0,0024	0,0165	-0,0024	0,0165
População total atendida com abastecimento de água								

Fonte: Elaboração própria (2022).

Nota-se pelo R múltiplo que a relação linear entre o IN051 e AG001 é de 18,66%. E através do R-Quadrado, sabe-se que 3,48% do modelo se ajusta aos dados, ou seja, nenhum município é representado pelo modelo.

Constata-se por meio dos dados de saída que o índice de perdas na distribuição varia entre 137,17 L/lig./dia e 210,13 L/lig./dia. Porém, apesar dos resultados da regressão linear, o valor-P menor que 0,05 (com 95% de significância) comprova que o valor do coeficiente ou interseção não pode ser reduzido à zero, o que permite a correlação entre o IN051 e o AG001 para municípios com população até 10 mil habitantes.

4.7.2.2 *População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001) acima de 10 mil Habitantes*

Realizou-se a estatística de regressão linear entre a variável independente AG001 – população total atendida com abastecimento de água acima de 10 mil habitantes e a variável dependente IN051 – índice de perdas por ligação que comprovou a tendência de aumento das perdas conforme o aumento populacional, como identificado nas Tabela 36 e Tabela 37 de dados estatísticos da regressão e dados da saída da regressão, respectivamente.

Tabela 36 – Estatística de regressão entre AG001 acima de 10 mil e IN051

Estatística de regressão	
R múltiplo	0,7913
R-Quadrado	0,6262
R-quadrado ajustado	0,5888
Erro padrão	70,5520
Observações	12,0000

Fonte: Elaboração própria (2022).

Tabela 37 – Análise de coeficientes entre AG001 acima de 10 mil e IN051

	Coeficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Interseção	163,8693	35,4544	4,6220	0,0009	84,8720	242,8665	84,8720	242,8665
AG001 -	0,0042	0,0010	4,0931	0,0022	0,0019	0,0065	0,0019	0,0065
População total atendida com abastecimento de água								

Fonte: Elaboração própria (2022).

Nota-se pelo R múltiplo que a relação linear entre o IN051 e AG001 acima de 10 mil habitantes é de 79,13%. E que através do R-Quadrado, sabe-se que 62,62% do modelo se ajusta aos dados, ou seja, 62,62% dos municípios são representados pelo modelo.

Constata-se por meio dos dados de saída que o índice de perdas na distribuição varia entre 84,87L/lig./dia e 242,87L/lig./dia. E com o valor-P menor que 0,05 (com 95% de significância), comprova-se que o valor do coeficiente ou interseção não pode ser reduzido à zero, o que confirma a aplicabilidade da correlação entre o IN051 e o AG001 para municípios com população acima de 10 mil habitantes.

Destaca-se que a correlação mais efetiva se dá entre o IN051 e AG001 com população acima de 10 mil habitantes. Isso revela o aumento do índice de perdas por ligação de municípios com população acima de 10 mil habitantes conforme o

aumento populacional. Podendo este modelo servir como premissa para diretrizes de gestão e combate às perdas de água.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escolha do estudo dos fatores que influenciam os indicadores de desempenho de prestadores de serviço de abastecimento de água relacionados às perdas de água é justificada em função do desequilíbrio entre a oferta e demanda de água ao longo dos anos, por conta do crescimento populacional (principalmente em áreas urbanas) e pelo aumento da industrialização; e também pelo elevado nível de perdas de água em sistemas de abastecimento, consequência da falta de manutenção e fiscalização das redes, além do baixo investimento na área (HELLER, 2010).

Logo, motivou-se a elaboração deste trabalho com o objetivo principal de identificar fatores que pudessem interferir em indicador de desempenho relacionado à perda de água dos sistemas de distribuição de diferentes municípios do Estado de Santa Catarina, considerando o atendimento feito apenas pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN). Limitou-se a análise a uma única prestadora para a avaliação da eficiência dos serviços de água considerando aspectos operacionais e as particularidades dos SAA atendidos. Buscou-se, desta maneira, conter interferências com origem relacionada ao tipo de prestador.

Para o cumprimento do objetivo geral, foram estudados os indicadores de desempenho de perdas nos sistemas de abastecimento de água e foram delimitados os mais fundamentados na literatura. Também foram escolhidas as variáveis que pudessem influenciar nos indicadores de desempenho de perdas de água selecionados. Em seguida, foram analisadas as fontes oficiais de informação sobre serviços de abastecimento de água para a definição dos bancos de dados que viabilizassem o acesso a resultados relacionados aos indicadores de desempenho escolhidos bem como às variáveis que pudessem influenciá-los. Com a conclusão da etapa de definição dos indicadores, fatores de influência e banco de dados, viabilizou-se a correlação dos resultados dos indicadores de desempenho escolhidos às variáveis selecionadas e a compreensão do quanto esta vinculação afeta os resultados de eficiência relacionados às perdas de água para diferentes municípios atendidos pela CASAN.

Os indicadores de desempenho foram escolhidos por pesquisa exploratória; pesquisa bibliográfica indireta em teses, dissertações, artigos; e pesquisa documental através de dados estatísticos e normativas de órgãos competentes. Estas

ações fundamentaram a escolha dos indicadores de desempenho referentes às perdas em sistemas de distribuição e de fatores que pudessem interferir nos seus resultados. Para a escolha do banco de dados, além das pesquisas já citadas, também foi realizada pesquisa sistemática via *Internet* para levantar, reunir e avaliar: o SNIS, a PNSB e o Atlas Brasil. Também foram criados critérios para escolha da base de dados dentre as alternativas analisadas: a disponibilidade de informações sobre o indicador de desempenho e sobre as variáveis escolhidos na primeira etapa do trabalho; a contemplação de dados sobre a CASAN; a confiabilidade dos dados; a periodicidade em que os dados são divulgados; e a forma de organização dos dados.

Após estas etapas, foram levantados e baixados os dados disponíveis referentes aos indicadores de desempenho e às variáveis selecionadas – estes dados foram provenientes de banco de dados principal SNIS (governo federal) e o complementar BADOP (fonte de dados interna da CASAN). Realizou-se a tabulação dos dados em programa *Excel*, conforme categorização das variáveis; e fez-se a análise descritiva dos dados através dos gráficos do tipo *boxplot* em *Excel*. Por último, determinou-se a relação dos indicadores de desempenho aos fatores de influência através do método estatístico de regressão linear.

Sobretudo em função da Portaria MDR 490/2021 foram escolhidos os índices de perdas na distribuição (IN049) e índice de perdas por ligação (IN051) como indicadores de perdas de água a serem estudados, justamente por serem os utilizados como parâmetro para a eficiência dos prestadores de serviços quanto à gestão de perdas de água no país. Como variáveis de influência, foram selecionadas a população total atendida por abastecimento de água (AG001) e a divisão de superintendências regionais da CASAN, a fim de analisar o comportamento dos índices de perdas correlacionados aos intervalos populacionais e à gestão das divisões regionais da CASAN.

Quanto ao banco de dados, conforme citado o SNIS atendeu a todos os critérios e com grau maior de credibilidade quando comparado aos demais estudados, tendo sido a fonte de dados escolhida para as informações do índice de perdas de água na distribuição (IN049), do índice de perdas por ligação (IN051) e também de população total atendida com abastecimento de água (AG001). Quanto às superintendências regionais da CASAN, empregou-se o Banco de Dados

Operacionais da CASAN (BADOP) a fim de dividir os municípios estudados por superintendência regional.

Após realizada a coleta de dados junto ao SNIS e após inseridas as informações sobre as regionais de cada município, adotou-se como premissa a Metodologia para Avaliação dos Indicadores de Desempenho definida pela Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS) para filtrar neste estudo apenas os municípios com macromedição a partir de 90%. Isto proporcionou trabalhar com dados mais confiáveis, além de permitir identificar uma deficiência na macromedição dos sistemas de abastecimento de água da CASAN – apenas 40% dos municípios têm macromedição satisfatória de acordo com o critério acima elencado.

Ao realizar a primeira classificação dos municípios conforme as superintendências regionais, destacou-se a representatividade da SRO na amostra de municípios com macromedição acima de 90%, enquanto que a SRM teve a menor contribuição na amostra geral da CASAN. Isto impacta diretamente o índice de perdas da amostra de municípios estudada, uma vez revelada paridade entre o desempenho geral da amostra e da SRO, verificada através de análise descritiva com base em gráfico *boxplot* que comparam os dados da CASAN às superintendências.

A tabulação dos dados em programa *Excel*, conforme categorização das variáveis de população total atendida com abastecimento de água (AG001) exigiu que fossem testados diversos intervalos populacionais. Esse agrupamento dos municípios de acordo com a população e as superintendências mostrou inicialmente que quanto mais populoso é o município, menor é a amostra. Isso pode revelar para a CASAN a importância do estudo dos indicadores operacionais dos municípios de menor porte de SC, por ser a categoria mais numerosos, abrange-se maior número de municípios.

Seguindo a análise descritiva, foram feitos gráficos *boxplot* para conhecimento do comportamento do índice de perdas na distribuição (IN049) correlacionados aos intervalos estabelecidos para população total atendida com abastecimento de água (AG001). Iniciou-se com a análise geral contemplando todos os municípios da CASAN e depois separadamente para cada superintendência, contemplando assim esta segunda variável de influência. Esta etapa buscou visualizar a existência de alguma tendência geral para os índices de perdas escolhidos para municípios com populações semelhantes ou para municípios de mesma SR, tendo

sido verificada em algumas das análises a hipótese de aumento do índice de perdas na distribuição conforme o aumento da população.

De forma complementar à análise anterior, foram feitos gráficos *boxplot* para verificar possíveis semelhanças no índice de perdas na distribuição (IN049) entre as regionais quando submetidos ao mesmo intervalo estabelecido para população total atendida com abastecimento de água (AG001). Expôs-se por essa análise uma semelhança do IN049 entre os municípios com população entre 2.500 e 5 mil habitantes de diferentes superintendências, o que não ocorreu nos demais intervalos.

As etapas das análises descritivas realizadas para o IN049 foram desenvolvidas também para o índice de perdas por ligação (IN051). No entanto, observou-se melhor eficiência no desempenho deste indicador perante às metas da Portaria 490/2021 e maior clareza na tendência de aumento do índice de perdas concomitante ao aumento populacional. Quanto a esta tendência, revelou-se uma quebra deste crescimento no intervalo de 2.500 e 5 mil habitantes e o aumento linear nas categorias populacionais seguintes (a partir do intervalo entre 5 mil e 10 mil habitantes).

Simultaneamente, investigou-se o desempenho dos índices de perdas de água quanto ao máximo de 25% de perdas na distribuição (IN049) e 216L/lig./dia de perdas por ligação (IN051) exigidos como final da meta estabelecida na Portaria nº 490/2021 (BRASIL, 2021). Constatou-se que a CASAN pouco atendeu ao estabelecido para o IN049, e apresentou perceptivas mais favoráveis para o IN051.

Para complementar a análise sobre os índices de perdas quanto à população total atendida com abastecimento de água através das análises descritivas, bem como à suspeita de uma mudança de comportamento dos municípios com população acima de 10 mil habitantes, determinou-se a correlação dos indicadores IN049 e IN051 ao fator de influência através do método estatístico de regressão linear. O município de Chapecó foi excluído dos dados por conta da discrepância do seu porte populacional.

A regressão linear proporcionou a confirmação de que é possível a correlação entre a população total atendida com abastecimento de água (AG001) aos índices de perdas na distribuição (IN049) e índice de perdas por ligação (IN051). No entanto, evidenciou-se a eficiência do modelo apenas à população acima de 10 mil

habitantes, e principalmente quando analisado o IN051. Por estes resultados, legitima-se aprofundar os estudos sobre categorização dos municípios por população total abastecida de água (AG001) na análise de eficiência dos indicadores de perdas de água. Divergente, assim, da proposta da Portaria MDR 490/2021 que estabelece metas únicas para os índices de perdas, logo desconsiderando o fator de influência populacional dos municípios.

Embora os indicadores IN049 e IN051 assegurem a avaliação de perdas de água em sistemas de distribuição, o índice de perdas por ligação – IN051 (L/lig./dia) é mais associado ao desempenho do prestador de serviço (SNIS, 2019). Isso porque o IN051 admite o número de ligações ativas de água, o que proporciona melhores condições de medir a eficiência operacional, considerando as perdas de longa duração (reais ou aparentes) que ocorrem sobretudo nos ramais de distribuição (SNIS, 2019). E são estas razões que tornam o indicador mais semelhante aos indicadores sugeridos pela *International Water Association* (IWA) e, portanto, está mais próximo de retratar o regime de eficiência dos sistemas de abastecimento de água (SNIS, 2019).

Mesmo a CASAN tendo apresentado melhores resultados justamente para o índice de perdas por ligação (IN051), a discrepância entre os indicadores analisados (IN049 e IN051), ou seja, a ineficiência do índice de perdas na distribuição (IN049), reforça a necessidade e a importância de informações complementares e a correlação a demais fatores de influência.

Afinal, trata-se apenas de um estudo inicial que apontou e identificou algumas deficiências específicas que podem ser úteis para a gestão de perdas da companhia e na melhoria do desempenho dos indicadores e serviços. Conduzidas estas imprescindíveis para o cenário de competitividade imposto pelo novo marco do saneamento.

5.1 Sugestões para ações e trabalhos futuros

A pesquisa referente aos índices de perdas de água iniciou por meio da consideração do índice de macromedicação (IN011), para a promoção da confiabilidade dos dados e para a limitação da amostra de municípios. Recomenda-se assim a

priorização no investimento de macromedição, principalmente, em municípios mais populosos. E pressupõe-se com isto que o índice de macromedição (IN011) também poderia ser contemplado na Portaria MDR 490/2021 após o aprofundamento de estudos relativos aos valores que possam gerar mais confiabilidade aos dados.

Além da confiabilidade dos dados de macromedição, para o cálculo do índice e para o combate às perdas se faz necessário a consideração de coleta de uma série de outros dados como leituras dos hidrômetros, volumes não micromedidos por falta de fiscalização de ligações para controle de irregularidades do tipo *by-pass*, e ineficiência no tempo de conserto de vazamentos nas redes de distribuição, adutoras e nos ramais prediais. Por isso, a nível operacional recomenda-se a aplicação de procedimentos padrões, análises regulares dos dados produzidos e a avaliação da importância de cada um. O comprometimento dos funcionários da companhia pode ser firmado através de treinamentos periódicos, desde o nível estratégico até o nível operacional.

Estes procedimentos podem assegurar estudos futuros sobre os indicadores de desempenho da CASAN referentes às perdas de água. Bem como aprofundar estudos como este, sobre indicadores de perdas de água correlacionados à população e também a investigação de outros fatores de influência. Na prática, essas pesquisas podem acarretar no estabelecimento de metas mais apropriadas ao cenário real dos municípios, e de forma mais estratégica para cada regional.

Às demais prestadoras de serviços de distribuição de água, a aplicação deste estudo pode revelar uma tendência diferenciada dos IN049 e IN051 para diferentes categorias populacionais, e ainda alertar para a necessidade de análise de outros fatores que possam vir a intervir nestes indicadores. O que poderia remeter, inclusive, a uma crítica à Portaria MDR 490/2021 que estabelece uma meta única para os indicadores de perdas de água a todos os diferentes municípios brasileiros, causando uma comparação possivelmente inadequada da eficiência da prestação dos serviços de abastecimento de água no país.

REFERÊNCIAS

ABAR; SNIS. **Projeto Acertar - Manual De Melhores Práticas de Gestão da Informação Sobre Saneamento**. Interáguas – Programa de Desenvolvimento do Setor de Água, 2018. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/downloads/publicacoes-acertar/acertar/Acertar-Manual-de-Melhores-Praticas-da-Gestao-da-Informacao.pdf>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, ABES. **Plano Nacional de Saneamento Básico - PLANSAB, Câmara Técnica de Gestão de Perdas**, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT. **NBR 12218:2017 - Projeto de Rede de Distribuição de Água para Abastecimento Público — Procedimento**. Rio de Janeiro, 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO, ANA. **Abastecimento Urbano de Água - Consulta a Dados do ATLAS**. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/atlas/forms/ConsultaDados.aspx>

ALEGRE, H. *et al.* **Performance Indicators for Water Supply Services**. Londres: IWA Publishing, 2000.

ALEGRE, HIRNER *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.

ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas Brasil: Abastecimento Urbano De Água: Panorama Nacional**. Brasília. ANA/ Engecorps/Cobrape, 2010.

ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas Sul: Abastecimento Urbano De Água: Resumo Executivo**. Brasília. ANA, 2009. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2009/AtlasSulResumoExecutivo.pdf>.

ARIS, AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO. **Metodologia para Avaliação dos Indicadores de Desempenho (Revisão 1)**. Florianópolis. ARIS, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS AGÊNCIAS DE REGULAÇÃO (ABAR); BRASIL. **Orientações gerais sobre a Execução do Guia de Certificação do Projeto Acertar por parte das Agências Reguladoras de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário**. Brasília-DF: ABAR, Ministério das Cidades, 2018. Cartilha.

AZEVEDO NETTO, J.M., PARLATORE, A.C. *et al.* **Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água**. CETESB/ASCETESB, São Paulo, p. 15-27, 1987.

BARRETO, G.C. *et al.* **Estimativa da energia elétrica consumida no bombeamento do volume de água não faturado no 3º setor de distribuição de água de Belém – Pará.** Universidade Federal do Pará - Belém, Brasil.

BRASIL. **Lei Federal 11.445, de 05 de janeiro de 2007.** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 08 jan. 2007.

BRASIL. **Lei Federal 12.527, de 18 de novembro de 2011.** Regula o acesso a informações. Diário Oficial da União, Brasília, 18 nov. 2011.

BRASIL. **Lei Federal 14.026, de 15 de julho de 2020.** Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984. Diário Oficial da União, Brasília, 15 jul. 2020.

CARVALHO, Bruno Eustáquio Ferreira Castro de. **A Avaliação de Desempenho da Prestação de Serviços De Abastecimento de Água Independe da Perspectiva do Avaliador, se Usuário ou prestador?** 2013. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) — Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

CARVALHO, P.; MARQUES, R. C.. **The Influence Of The Operational Environment On The Efficiency Of Water Utilities.** Journal of Environmental Management. v. 92, p. 2698-2707, 2011.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO, CASAN. **Municípios Atendidos.** 2019. Disponível em: <https://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/municipios-atendidos#0>

COSTA, Nilson Rosário da. **Infra-estrutura Urbana, Saneamento e Qualidade de Vida.** Saúde em Debate, nº. 29, 1990.

COSTA, R. F. **Análise Da Infraestrutura Em Redes De Abastecimento: Gestão De Combate A Perdas De Água.** In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 8, 2009, Campo Grande. Anais...Campo Grande, MS, 2009.

DUARTE, Bruno Engels Soares. **Os sistemas de abastecimento d'água da grande João Pessoa e a espacialização das áreas abastecidas.** 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal Da Paraíba, João Pessoa, 2016.

EUROPEAN COMMISSION - **Good Practices on Leakage Management** - EU Reference Document, 2015.

FIOCRUZ. **Glossário Saneamento e Meio Ambiente.** 2010. Disponível em: <https://www.aguabrasil.icict.fiocruz.br/index.php?pag=sane>.

FONSECA, Mariana Moller de Limas. **Avaliação de Desempenho como Ferramenta de Apoio à Gestão Municipal dos Serviços de Saneamento.** 2018. (Mestrado em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, FUNASA. **Manual de Saneamento**. 3. ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

GOMES, Heber Pimentel. **Sistemas de Abastecimento de Água: Dimensionamento Econômico e Operação de Redes Elevatórias**. 2ª Edição. 242p. Editora Universitária /UFPB, 2004.

GOMES, Heber Pimentel. **Sistemas de Saneamento – Eficiência Energética**. João Pessoa Editora Universitária/UFPB, 2010. Disponível em: http://www.lenhs.ct.ufpb.br/wp-content/uploads/arquivos/Livro_Eficiencia_Energetica.pdf

GOMES, Heber Pimentel. **Eficiência Hidráulica E Energética Em Saneamento: Análise Econômica De Projetos**. 2ª Edição. João Pessoa Editora Universitária/UFPB, 2009.

HAMDAN, Otávio Henrique Campos. **Avaliação De Indicadores Aplicados A Sistemas De Abastecimento De Água Em Minas Gerais Segundo Portes Populacionais**. 2016. (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente E Recursos Hídricos). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2016.

HELLER, P. G. B.; SPERLING, M. V.; HELLER, LEO. **Desempenho Tecnológico dos Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário em Quatro Municípios de Minas Gerais: Uma Análise Comparativa**. Engenharia Sanitária e Ambiental. Vol. 14, 1, p. 109- 118. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – 2017: Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário**. IBGE, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB – Tabelas – 2017**. IBGE, 2017 <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/meio-ambiente/2028-np-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico/9073-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico.html?=&t=resultados>. Acesso em: 04 mar. 2021.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. **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**.

KRAUSE, Matthias et al. **Aquarating - Um Padrão Internacional Para Avaliar os Serviços de Água e Saneamento**. BID; IWA, 2018. Disponível em: <https://publications.iadb.org/publications/english/document/Aquarating-An-International-Standard-for-Assessing-Water-and-Wastewater-Services.pdf>

KUSTERKO, Sheila K. **Avaliação de Desempenho para Apoiar a Gestão de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água Fundamentada na Metodologia**

Multicritério de Apoio à Decisão Construtivista. 2015. (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2015.

KUSTERKO, Sheila *et al.* **Gestão De Perdas Em Sistemas De Abastecimento De Água: Uma Abordagem Construtivista.** Engenharia Sanitária e Ambiental. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/esa/v23n3/1809-4457-esa-23-03-615.pdf>.

LAMBERT, A.O; BROWN, T.G; TAKIZAWA, M; WEIMER, D. **A Review Of Performance Indicators For Real Losses From Water Supply Systems.** IWA/AQUA, 2000. 12 p.

LAMBERT, A.O. **Water Losses Management And Techniques.** In: Internacional Water Association Congress, Berlim, 2001. 1-22 p.

LOPES, W. S.; RODRIGUES, A. C. L.; FEITOSA, P. H. C.; COURA, M. A.; OLIVEIRA, R.; BARBOSA, D. L. **Determinação De Um Índice De Desempenho Do Serviço De Esgotamento Sanitário.** Estudo de Caso: Cidade de Campina Grande, Paraíba. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 21, p. 1-10, 2016.

MARQUES, R. C.; MONTEIRO, A. J.. **Application of Performance Indicators to Control Losses: Results from the Portuguese Water Sector.** Water Science & Technology. v. 3, n. 1-2, p. 127-133 2003.

MATOS, R., CARDOSO, A., ASHLEY, R., DUARTE, P., MOLINARI, A., SCHULZ, A. **Performance Indicators For Wastewater Services.** Londres: IWA Publishing, 2003. p. 192.

MAY, A.; SIMÃO, T. E. **Análise de Dados Aplicada ao Índice de Perdas Totais de Água de um Prestador de Serviços de Saneamento Básico.** UFSC. Florianópolis, 2021.

MEDEIROS, Luísa Eduarda Lucena de. **Utilização Dos Indicadores Convencionais E De Satisfação Dos Usuários Para Avaliação Da Qualidade Do Serviço De Abastecimento De Água Na Cidade De Campina Grande/PB.** 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2017.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, MDR. **Portaria Nº 490, de 22 de março de 2021.** Estabelece os procedimentos gerais para o cumprimento do disposto no inciso IV do caput do art. 50 da Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007, e no inciso IV do caput do art. 4º do Decreto n. 10.588, de 24 de dezembro de 2020. Diário Oficial da União. Brasília, 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº 888, de 4 de maio de 2021.** Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União. Brasília, 2021.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, DESENVOLVIMENTO E GESTÃO. Secretaria de Planejamento e Assuntos Econômicos. **Guia Metodológico para Indicadores PPA 2016 – 2019.** Coordenação de documentação e Informação – Brasília: MP, 2018.

MUTIKANGA, H. SHARMA, S. K.; VAIRAVAMOORTHY, K.; CABRERA JR, E.. **Using Performance Indicators As A Water Loss Management Tool In Developing Countries**. Journal of Water Supply: Research and Technology – AQUA, 2010.

RICHTER, C.A., AZEVEDO NETTO, J.M. **Tratamento de Água – Tecnologia Atualizada**, Ed. Edgard Blücher, SP, 1991.

SANTA CATARINA. DECRETO N° 1.372, DE 14 DE JULHO DE 2021. **Define a estrutura da prestação regionalizada dos serviços de saneamento básico no Estado de Santa Catarina**. Florianópolis, SC, julho de 2021.

SANTA CATARINA. LEI COMPLEMENTAR N° 495, DE 26 DE JANEIRO DE 2010. **Institui as Regiões Metropolitanas de Florianópolis, do Vale do Itajaí, do Alto Vale do Itajaí, do Norte/ Nordeste Catarinense, de Lages, da Foz do Rio Itajaí, Carbonífera, de Tubarão, de Chapecó, do Extremo Oeste e do Contestado**. Florianópolis, SC, janeiro de 2010.

SILVA, B. *et al.* **Minicurso de Estatística Básica: Introdução ao software R**. Programa de Educação Tutorial: Engenharia Elétrica Universidade Federal de Santa Maria Santa Maria, 2009.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO, SNIS. **Menu Coleta De Dados**. 2017. Disponível em: <http://snis.gov.br/menu-coleta-dados>.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO, SNIS. **Diagnóstico Dos Serviços De Água E Esgotos** – 2019. Brasília, 2020.

SOARES, Andréia Senna. **Qualidade Da Operação E Manutenção Do Sistema De Distribuição De Água Costa Sul Leste Em Florianópolis/SC Com Base Em Histórico De Dados De Autorização De Serviço**. 2015. (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2015.

TARDELLI Fº, J. **Disponibilidade Hídrica e Controle de Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água da RMSP - SABESP**. 6º Encontro Técnico Interamericano de Alto Nível. AIDIS, São Paulo, 2013.

TARSO, Saulo; PIMENTEL, Heber. **Macromedição**. 3 ed. Paraíba, 197 p., 2009.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Abastecimento de Água**. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.

TSUTIYA, M.T. **Abastecimento de Água**. São Paulo, 2006. 4ª. Edição. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 643 p.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Gerenciamento De Perdas De Água E Energia Elétrica Em Sistemas De Abastecimento: Nível 2** / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org). – Salvador: ReCESA, 2008. 139p.

XU, T.; QIN, X. **Integrating Decision Analysis with Fuzzy Programming: Application in Urban Water Distribution System Operation.** Journal of Water Resources Planning and Management. v. 140, p. 638-648, 2014.

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

APÊNDICES

APÊNDICE A – Dados coletados SNIS e BADOP

Município	SR	AG001 - População total atendida com abastecimento de água	IN011 - Índice de macromedicação	IN049 - Índice de perdas na distribuição	IN051 - Índice de perdas por ligação
Botuverá	SRM	1.353	95,65	21,43	99,14
Angelina	SRM	1.038	100	22,86	114,89
Antônio Carlos	SRM	6.230	99,62	25,41	177,52
Major Gercino	SRM	1.022	100	47,95	303,14
Balneário Barra do Sul	SRN	10.742	100	24,87	82,61
Benedito Novo	SRN	4.743	98,76	26,22	148,54
Imbuia	SRN	2.507	100	37,2	198,52
Taió	SRN	12.906	100	33,26	201,11
Ponte Alta	SRN	4.186	100	37,23	205,98
Barra Velha	SRN	29.168	99,31	36,53	212,27
Salete	SRN	5.671	92,03	37,88	225,62
Luiz Alves	SRN	4.455	100	36,93	230,12
Porto União	SRN	835	100	50,38	266,51
Ituporanga	SRN	20.469	99,97	41,56	298,72
Indaial	SRN	69.425	100	44,98	394,78
Macieira	SRO	732	100	19,88	79,02
Ibiam	SRO	906	100	20,51	90,05
Águas Frias	SRO	1.264	100	19,47	90,23
Coronel Martins	SRO	999	97,62	24,42	92,11
Perituba	SRO	2.017	100	23,7	99,28
Bom Jesus do Oeste	SRO	999	100	26,02	104,88
Guatambú	SRO	3.982	100	24,11	106,54
Iporã do Oeste	SRO	5.584	100	26,99	114,48
Água Doce	SRO	4.020	100	25,78	123,94
Jaborá	SRO	2.436	100	29,03	138,04
Painel	SRO	1.204	100	28,83	138,8
Iraceminha	SRO	1.716	99,15	30,82	144,53
Treze Tilias	SRO	6.815	97,86	27,11	146,05
Marema	SRO	976	100	32,55	158,57
Irani	SRO	8.473	100	32,24	159,64
Romelândia	SRO	2.042	100	37,2	164,57
Passos Maia	SRO	1.735	100	31,15	169,88
Itá	SRO	5.074	100	28,17	170,14
Ipira	SRO	3.031	98,71	11,6	173,93
Guarujá do Sul	SRO	4.024	100	36,43	180,31
Timbó Grande	SRO	5.250	97,76	37,03	181,94
Catanduvas	SRO	10.268	100	33,07	183,47
Barra Bonita	SRO	420	100	37,43	184,77
Anita Garibaldi	SRO	5.633	100	35,46	187,15
Saltinho	SRO	1.900	100	39,74	189,69
Jardinópolis	SRO	1.260	98,51	40,66	189,88
São Cristóvão do Sul	SRO	4.300	99,59	30,94	190,04
Pinheiro Preto	SRO	2.671	100	31,69	192,5
Guaraciaba	SRO	5.965	100	37,47	201,33
Caxambu do Sul	SRO	2.649	100	36,63	201,64
São Domingos	SRO	7.478	100	36,58	202,57
Bom Jesus	SRO	1.845	93,07	39,45	204,78
Ipuacu	SRO	1.986	100	39,06	217,96
Cunhataí	SRO	835	100	43,26	223,91
Tigrinhos	SRO	942	100	51,74	228,88
Nova Erechim	SRO	3.853	100	38,89	233,37
Iomerê	SRO	1.340	99,69	38	234,29
Tangará	SRO	5.679	100	37,63	261,88
Dionísio Cerqueira	SRO	11.477	100	24,68	265,54
Xavantina	SRO	989	100	43,01	275,32
Caibi	SRO	4.548	100	12,47	276,01
Mondaí	SRO	7.087	100	42,34	294,37
Lacerdópolis	SRO	1.639	100	45,77	295,41
Xanxerê	SRO	33.309	93,69	41,04	301,78
Vargem Bonita	SRO	3.617	99,71	46,45	330,7
Xaxim	SRO	25.395	100	47,51	356,57
Rio das Antas	SRO	3.533	100	51,83	358,48
Calmon	SRO	2.438	100	56,29	376,75
Chapécó	SRO	203.270	100	46,09	428,55
Ponte Alta do Norte	SRO	3.159	100	57,23	447,21
Quilombo	SRO	7.343	100	61,66	472,41
Concórdia	SRO	68.807	100	53,07	494,85
Urupema	SRS	1.611	92,11	23,6	93,31
Rio Fortuna	SRS	2.114	99,78	21,32	106,02
Urubici	SRS	7.426	100	23,86	121,01
Bom Jardim da Serra	SRS	2.722	99,8	29,7	146,21
Santa Rosa de Lima	SRS	713	100	30,35	154,26
Passo de Torres	SRS	7.286	100	36,74	199,94
São João do Sul	SRS	1.042	99,94	40,49	232,6
Treze de Maio	SRS	3.183	89,97	40,04	239,15
São Joaquim	SRS	21.036	100	37,34	240,4
Braço do Norte	SRS	23.739	100	42,73	359,74

ANEXOS

ANEXO A – Autorização da CASAN para elaboração do estudo

 Companhia Catarinense de Águas e Saneamento	COMUNICAÇÃO INTERNA - CI
Florianópolis, 05 de abril de 2021	
CI N° 131/2021	
Da: Gerência Operacional – SRM/GOPS	
Para: Superintendência - SRM	
ASSUNTO: Autorização de utilização de dados da CASAN para TCC – Fernanda M. de Andrade - IFSC	
Com cordiais cumprimentos, solicito por meio desta, autorização para eventual utilização de dados desta Companhia para o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) em Engenharia Civil oferecido pelo Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) – Campus Florianópolis, da aluna Fernanda Marcelino de Andrade, servidora da CASAN por matrícula 9261-4. O trabalho é titulado <i>Fatores de Interferência em Indicador de Desempenho de Serviços de Abastecimento de Água: Estudo de Caso com Municípios Atendidos pelo Prestador Estadual de Santa Catarina</i>.	
O objetivo principal é identificar fatores que possam interferir na eficiência de sistemas de distribuição de água em diferentes municípios do Estado de Santa Catarina, considerando o atendimento por uma única prestadora de serviços, a CASAN. Os objetivos específicos são: Escolher um indicador de desempenho dentre os mais relacionados na literatura à eficiência dos serviços de abastecimento de água; Identificar e escolher variáveis que possam influenciar no indicador de desempenho selecionado. Estas variáveis devem representar características específicas do sistema de abastecimento; Analisar as fontes oficiais de informação sobre serviços de abastecimento de água para definir bancos de dados que viabilizem o acesso a resultados relacionados ao indicador de desempenho escolhido bem como às variáveis que possam influenciá-lo; Correlacionar os resultados do indicador de desempenho analisado às variáveis selecionadas, buscando compreender o quanto esta vinculação pode afetar os resultados de eficiência esperados para diferentes municípios atendidos pela CASAN.	
Inicialmente, pretende-se analisar o desempenho relacionado ao índice de perdas e as variáveis serão posteriormente escolhidas, ambos com os dados disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento – SNIS. A necessidade deste pedido surge pela possibilidade de se levantar variável de influência que não é disponibilizada pelo banco de dados do governo, como por exemplo, a existência de setor específico para ações sobre perdas. Outras variáveis que dependem do uso do Sistema Comercial Integrado (SCi), BADOP, DOMO, GisCASAN, Supervisório e demais dados operacionais, eventualmente, poderão ser consideradas.	
Informo ainda, que a também servidora Andréia May é parte integrante da banca examinadora.	
SIAD/F/501 (vinculado à norma SPLANN/005)	1 de 2
Versão 06/2019	



**Companhia Catarinense
de Águas e Saneamento**

COMUNICAÇÃO INTERNA - CI

Assim exposto, peço autorização para eventual utilização de dados, bem como permissão para que os resultados da pesquisa sejam divulgados em artigos de periódicos e eventos de pesquisa.

Coloco-me à disposição para eventuais dúvidas.

Cordialmente,

Fernanda M. de Andrade
Técnica em Saneamento
SRM/GOPS

Pery Fornari Filho
Gerente Operacional
SRM/GOPS



Assinaturas do documento



Código para verificação: **O9G2LP65**

Este documento foi assinado digitalmente pelos seguintes signatários nas datas indicadas:

- ✓ **FERNANDA MARCELINO DE ANDRADE** (CPF: 071.XXX.869-XX) em 15/04/2021 às 10:18:04
Emitido por: "SGP-e", emitido em 04/01/2021 - 10:10:10 e válido até 04/01/2121 - 10:10:10.
(Assinatura do sistema)
- ✓ **RAFAEL LUIZ PRIM** (CPF: 037.XXX.399-XX) em 15/04/2021 às 13:39:26
Emitido por: "SGP-e", emitido em 04/01/2021 - 10:29:02 e válido até 04/01/2121 - 10:29:02.
(Assinatura do sistema)
- ✓ **PEDRO JOEL HORSTMANN** (CPF: 573.XXX.949-XX) em 20/04/2021 às 11:54:19
Emitido por: "SGP-e", emitido em 04/01/2021 - 10:28:32 e válido até 04/01/2121 - 10:28:32.
(Assinatura do sistema)
- ✓ **FABIO CESAR FERNANDES KRIEGER** (CPF: 542.XXX.669-XX) em 27/04/2021 às 17:28:35
Emitido por: "SGP-e", emitido em 11/01/2021 - 13:50:44 e válido até 11/01/2121 - 13:50:44.
(Assinatura do sistema)

Para verificar a autenticidade desta cópia, acesse o link <https://sgpe.casan.com.br/portal-externo/conferencia-documento/Q0FTQU5fMV8wMDAyNTAzNV8yNTAzNV8yMDIxX085RzJMUDY1> ou o site <https://sgpe.casan.com.br/portal-externo> e informe o processo **CASAN 00025035/2021** e o código **O9G2LP65** ou aponte a câmera para o QR Code presente nesta página para realizar a conferência.

ANEXO B – Lista de municípios atendidos diretamente pela CASAN

1	Abelardo Luz	67	Galvão	133	Piratuba
2	Agrolândia	68	Garopaba	134	Ponte Alta
3	Agronômica	69	Guaraciaba	135	Ponte Alta do Norte
4	Água Doce	70	Guarajá do Sul	136	Ponte Serrada
5	Águas de Chapecó	71	Guatambu	137	Porto Belo
6	Águas Frias	72	Ibiam	138	Pouso Redondo
7	Águas Mornas	73	Ibicaré	139	Pres. Castelo Branco
8	Alfredo Wagner	74	Ibirama	140	Presidente Nereu
9	Anchieta	75	Içara	141	Quilombo
10	Angelina	76	Imbuía	142	Rancho Queimado
11	Anita Garibaldi	77	Indaial	143	Rio das Antas
12	Antônio Carlos	78	Iomerê	144	Rio do Campo
13	Apiúna	79	Ipira	145	Rio do Oeste
14	Araquari	80	Iporã do Oeste	146	Rio do Sul
15	Armazém	81	Ipuacú	147	Rio dos Cedros
16	Arroio Trinta	82	Ipumirim	148	Rio Fortuna
17	Ascurra	83	Iraceminha	149	Riqueza
18	Atalanta	84	Iraní	150	Rodeio
19	Aurora	85	Irineópolis	151	Romelândia
20	Balneário Barra do Sul	86	Itá	152	Salete
21	Balneário Piçarras	87	Itaiópolis	153	Saltinho
22	Bandeirante	88	Ituporanga	154	Salto Veloso
23	Barra Bonita	89	Jaborá	155	Santa Cecília
24	Barra Velha	90	Jardinópolis	156	Santa Rosa de Lima
25	Bela Vista do Toldo	91	José Boiteux	157	Santa Terezinha
26	Belmonte	92	Jupia	158	Santa Terezinha do Progresso
27	Benedito Novo	93	Lacerdópolis	159	Santo Amaro da Imperatriz
28	Biguaçu	94	Laguna	160	São Bernardino
29	Bocaina do Sul	95	Lajeado Grande	161	São Bonifácio
30	Bom Jardim da Serra	96	Laurentino	162	São Carlos
31	Bom Jesus	97	Lauro Muller	163	São Cristóvão do Sul
32	Bom Jesus do Oeste	98	Lebon Régis	164	São Domingos
33	Bom Retiro	99	Leoberto Leal	165	São João do Itaperiú
34	Botuverá	100	Lindóia do Sul	166	São João do Sul
35	Braço do Norte	101	Lontras	167	São Joaquim
36	Caibi	102	Luís Alves	168	São José
37	Calmon	103	Macieira	169	São José do Cerrito
38	Campo Belo do Sul	104	Mafra	170	São Lourenço do Oeste
39	Campo Erê	105	Major Gercino	171	São Martinho
40	Canoinhas	106	Major Vieira	172	São Miguel do Oeste
41	Capão Alto	107	Maracajá	173	Seara
42	Catanduvas	108	Maravilha	174	Siderópolis
43	Caxambu do Sul	109	Marema	175	Taió
44	Celso Ramos	110	Matos Costa	176	Tangará
45	Cerro Negro	111	Mirim Doce	177	Tigrinhos
46	Chapadão do Lageado	112	Modelo	178	Timbó Grande
47	Chapecó	113	Mondaí	179	Treze de Maio
48	Concórdia	114	Monte Castelo	180	Treze Tilias
49	Coronel Freitas	115	Nova Erechim	181	Trombudo Central
50	Coronel Martins	116	Nova Veneza	182	Turvo
51	Correia Pinto	117	Nova Horizonte	183	União do Oeste
52	Criciúma	118	Otacilio Costa	184	Urubici
53	Cunha Porã	119	Ouro Verde	185	Urupema
54	Cunhataí	120	Painel	186	Vargeão
55	Curitibanos	121	Palma Sola	187	Vargem Bonita
56	Descanso	122	Palmeira	188	Vidal Ramos
57	Dionísio Cerqueira	123	Palmitos	189	Vitor Meireles
58	Dona Emma	124	Paraíso	190	Witmarsum
59	Doutor Pedrinho	125	Passo de Torres	191	Xanxerê
60	Entre Rios	126	Passos Maia	192	Xavantina
61	Ermo	127	Paulo Lopes	193	Xaxim
62	Erval Velho	128	Peritiba		
63	Faxinal dos Guedes	129	Pescaria Brava	194	Barracão (Paraná)
64	Florianópolis	130	Petrolândia	Município Excluída a Sede Municipal:	
65	Formosa do Sul	131	Pinhalzinho	195	Porto União
66	Forquilha	132	Pinheiro Preto		Santa Cruz do Timbó