

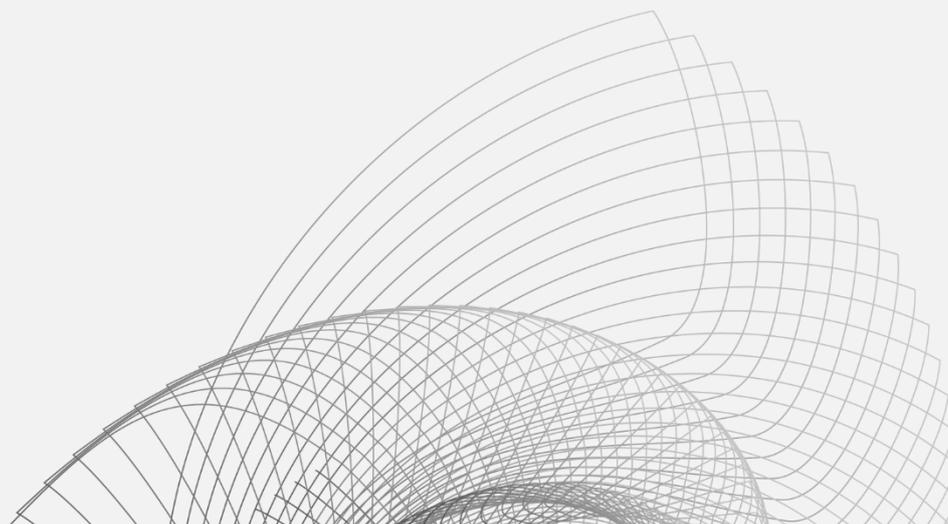
Produto 01

Análise dos Indicadores Nacionais e Internacionais existentes para o Setor Saneamento

Projeto Pesquisa de Informações

Hidroenergéticas no Saneamento (PIHES)

Novembro/2020



Elaborado por:

mitsidi
PROJETOS

Autores:

Letícia Cunha Bonani
Maria José Pegorin
Luisa Zucchi

Eduardo Sabino
Carolina Griggs

Equipe:

Alexandre Schinazi
Rosane Fukuoka
Isabela Issa
Bruno Chaves
Vinícius Vieiro
Bruno Mourão
Eduardo Sabino
Luisa Zucchi
Victor Luz
Giovana Gonçalves
Rodrigo Thenopgolo
Leonardo Ramos
Jáydston Nere

Gabriel Frasson
Hamilton Ortiz
Maíra André
Pedro Fernandes
Laisa Brianti
Amanda Capelo
Madson Batista
Marcelo Favilla
Thiago Osawa
Isabela Campos
Josafá Ferreira
Renan Ferreira

Para:

Eletrobras



Projeto:

Projeto Pesquisa de Informações Hidroenergéticas no Saneamento (PIHES)

Coordenação: Luciana Dias Lago Machado (Procel) e Gabriel de Souza Frasson (Mitsidi Projetos)

Segunda Versão | 05/novembro/2020



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



LISTA DE SIGLAS

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

BID - Banco Interamericano de Desenvolvimento

CONPET - Programa Nacional da Racionalização do uso dos Derivados de Petróleo e do Gás Natural

EPE - Empresa de Pesquisa Energética

GIZ - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IWA - International Water Association

MC - Ministério das Cidades

MDR - Ministério do Desenvolvimento Regional

PAR PROCEL - Plano Aplicação de Recursos do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

PBE - Programa Brasileiro de Etiquetagem

PEE - Programa de eficiência energética

PIHES - Projeto de Pesquisa de Informações Hidroenergéticas no Saneamento

PMSS - Programa de Modernização do Setor Saneamento

PNCDA - Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água

PNEf - Plano Nacional de Eficiência Energética

PROCEL SANEAR - Programa de Eficiência Energética em Saneamento Ambiental

ProEESA - Projeto de Eficiência Energética em Sistemas de Abastecimento de Água

ReCESA - Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental

SINISA - Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento Básico

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SNS - Secretaria Nacional de Saneamento

SNSA - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades – SNSA

UASB - Upflow anaerobic sludge blanket

SUMÁRIO

SUMÁRIO	4
LISTA DE TABELAS	8
LISTA DE FIGURAS	11
1 APRESENTAÇÃO	13
2 INTRODUÇÃO	14
3 METODOLOGIA	25
4 AÇÕES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL	27
4.1 Ações de eficiência hidroenergética no país	27
4.2 Estudos de caso	29
4.2.1 Estação de tratamento de água associada a uma pequena central hidrelétrica em Cachoeira de Itapemirim	29
4.2.2 Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) fornecida por sistema fotovoltaico em Mogi Mirim	29
4.2.3 Eficiência energética em saneamento em Campo Grande	30
4.2.4 Capacitação prática em eficiência energética para prestadores de serviços de saneamento	31
4.2.5 Balanço energético no sistema de abastecimento em Juigalpa, Nicarágua	31
4.2.6 Projeto e instalação de inversor de frequência em Blumenau (SC)	31
4.2.7 Eficiência energética no sistema Pirapama (PE)	31
5 LEVANTAMENTO DE INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICÁVEIS AO SETOR SANEAMENTO	34
5.1 INDICADORES LEVANTADOS NO SNIS	34
5.1.1 Indicadores	35
5.1.2 IN009 – Índice de Hidrometração	36
5.1.3 IN010 - Índice de micromedição relativo ao volume disponibilizado	36
5.1.4 IN013 – Índice de perdas de faturamento	37
5.1.5 IN022 – Consumo médio percapita de água	38
5.1.6 IN037 – Participação da despesa com energia elétrica nas despesas de exploração	38
5.1.7 IN049 - Índice de perdas na distribuição	39
5.1.8 IN050 - Índice bruto de perdas lineares	39

5.1.9	IN051 - Índice de perdas por ligação	40
5.1.10	IN058 - Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água 41	
5.1.11	IN059 - Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário	41
5.1.12	IN060 - Índice de despesas por consumo de energia elétrica nos sistemas de água e esgotos	42
5.2	Análise de informações	43
5.2.1	AG001 - POPULAÇÃO TOTAL ATENDIDA COM ABASTECIMENTO DE ÁGUA	43
5.2.2	AG002 - QUANTIDADE DE LIGAÇÕES ATIVAS DE ÁGUA	44
5.2.3	AG004 – QUANTIDADE DE LIGAÇÕES ATIVAS DE ÁGUA MICROMEDIDAS	45
5.2.4	AG005 - EXTENSÃO DA REDE DE ÁGUA	45
5.2.5	AG006 - VOLUME DE ÁGUA PRODUZIDO	46
5.2.6	AG007 – VOLUME DE ÁGUA TRATADA EM ETAS	46
5.2.7	AG008 - VOLUME DE ÁGUA MICROMEDIDO	47
5.2.8	AG010 - VOLUME DE ÁGUA CONSUMIDO	47
5.2.9	AG011 - VOLUME DE ÁGUA FATURADO	48
5.2.10	AG018 - VOLUME DE ÁGUA TRATADA IMPORTADO	48
5.2.11	AG019 – VOLUME DE ÁGUA TRATADA EXPORTADO	49
5.2.12	AG024 - VOLUME DE SERVIÇO	49
5.2.13	AG028 - CONSUMO TOTAL DE ENERGIA ELÉTRICA NOS SISTEMAS DE ÁGUA	50
5.2.14	ES005 – VOLUME DE ESGOTOS COLETADOS	51
5.2.15	ES007 – VOLUME DE ESGOTOS FATURADO	51
5.2.16	ES026 – POPULAÇÃO URBANA ATENDIDA COM ESGOTAMENTO SANITÁRIO	52
5.2.17	ES028 - CONSUMO TOTAL DE ENERGIA ELÉTRICA NOS SISTEMAS DE ESGOTOS	53
5.2.18	FN013 - DESPESA COM ENERGIA ELÉTRICA	53
5.2.19	FN015 - DESPESAS DE EXPLORAÇÃO (DEX)	54
5.3	Referências Literatura Nacional	54
5.3.1	Indicador consumo de energia pelo número de ligações ativas e número de dias avaliado (ROSS et al., 2017)	55
5.3.2	Indicador custo total da fatura (ROSS et al., 2017)	55

5.3.3	Índice de Uso na Ponta (ROSS et al., 2017).....	55
5.3.4	Indicador de consumo de energia em cada unidade consumidora do sistema (QUEIROZ, 2017)	56
5.3.5	Indicador de desempenho de reparos e equipamentos (NICOLA, 2018).....	56
5.3.6	Indicador de Consumo Específico de Energia Elétrica Normalizado – CEN (NICOLA, 2018) 56	
5.3.7	Indicador de Fator de Carga (NICOLA, 2018)	56
5.3.8	Indicador de Custo Médio de Energia Elétrica por Metro Cúbico Bombeado (NICOLA, 2018) 57	
5.4	REFERÊNCIAS INTERNACIONAIS	57
5.4.1	Aquarating.....	57
5.4.2	Indicadores Aquarating.....	58
5.5	Water and Wastewater Benchmark.....	59
5.5.1	Indicadores Water and Wastewater Benchmark.....	59
5.6	ECAM – Energy Performance and cARBON EMISSIONS ASSESSMENT AND MONITORING TOOL	59
5.6.1	Indicadores ECAM.....	60
5.7	IBNET/Banco mundial.....	60
5.7.1	Indicadores IBNET/BANCO MUNDIAL	61
5.8	Energy star.....	61
5.8.1	Indicadores Energy Star	62
5.8.2	Referências internacionais.....	62
6	ANÁLISES E AVALIAÇÕES SOBRE OS SISTEMAS DE GERENCIAMENTO E INDICADORES	63
6.1	Análise dos sistemas de gerenciamento	63
6.2	Água e esgoto.....	64
6.3	Resíduos sólidos.....	66
6.4	Análise crítica.....	66
7	PROPOSTA DE PRIORIZAÇÃO DE INDICADORES NO SETOR DE SANEAMENTO.....	71
8	LEVANTAMENTO DOS INDICADORES DE RESÍDUOS SÓLIDOS	74
8.1	INDICADORES DO SNIS.....	74

8.2	INDICADORES DA LITERATURA INTERNACIONAL	75
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	77
10	REFERÊNCIAS	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Definição de Componentes do Saneamento Básico, conforme a Lei Federal nº 11.445/2007 (Elaboração Própria, baseado em BRASIL, 2007)	15
Tabela 2 - Gastos com Energia Elétrica, 1995 a 2018 (Elaboração própria, a partir dos dados do SNIS, 2019).....	19
Tabela 3 - Consumo de energia elétrica nos sistemas de água e esgoto comparando com as despesas de energia elétrica (Elaboração própria, a partir dos dados do SNIS, 2019)	21
Tabela 4 - Principais Ações de Eficiência Hidroenergética do Brasil.....	28
Tabela 5 - Informações sobre escopos de água, esgoto e drenagem e manejo de águas pluviais do SNIS 2018 (Elaboração Própria, a partir dos dados do SNIS, 2019).....	35
Tabela 6 - Descritivo Indicador IN009 Índice de Hidrometração (Elaboração própria).....	36
Tabela 7 - Descritivo Indicador IN010 Índice de micromedição relativo ao volume disponibilizado (Elaboração própria)	37
Tabela 8 - Descritivo Indicador IN013 Índice de perdas faturamento (Elaboração própria).....	37
Tabela 9 - Descritivo Indicador IN037 Participação da despesa com energia elétrica nas despesas de exploração (Elaboração própria)	39
Tabela 10 - Descritivo Indicador IN049 Índice de perdas na distribuição (Elaboração própria).....	39
Tabela 11 - Descritivo Indicador IN050 Índice bruto de perdas lineares (Elaboração própria)	40
Tabela 12 - Descritivo Indicador IN051 Índice de perdas por ligação (Elaboração própria)	40
Tabela 13 - Descritivo Indicador IN058 Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água (Elaboração própria).....	41
Tabela 14 - Descritivo Indicador IN059 Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário (Elaboração própria).....	42
Tabela 15 - Descritivo Indicador IN060 Índice de despesas por consumo de energia elétrica nos sistemas de água e esgotos (Elaboração própria).....	42
Tabela 16 - Quantidade Variáveis Existentes por Categoria para a Componente de Água e Esgoto (Elaboração Própria).....	43
Tabela 17 - Análise das Informações Variável AG001 População total atendida com abastecimento de água (elaboração própria).....	44

Tabela 18 – Análise das Informações Variável AG002 Quantidade de ligações ativas de água (elaboração própria)	44
Tabela 19 - Análise das Informações Variável AG004 Quantidade de ligações ativas de água micromedidas (elaboração própria)	45
Tabela 20 - Análise das Informações Variável AG005 Extensão da Rede de Água (elaboração própria)	45
Tabela 21 - Análise das Informações Variável AG006 Volume de Água Produzido (elaboração própria)	46
Tabela 22 – Análise das Informações Variável AG007 Volume de Água Tratada em ETAS (elaboração própria)	47
Tabela 23 - Análise das Informações Variável AG008 Volume de Água Micromedido (elaboração própria)	47
Tabela 24 - Análise das Informações Variável AG010 Volume de Água Consumido (elaboração própria)	47
Tabela 25 - Análise das Informações Variável AG011 Volume de Água Faturado (elaboração própria)	48
Tabela 26 - Análise das Informações Variável AG018 Volume de Água Tratada Importado (elaboração própria)	48
Tabela 27 - Análise das Informações Variável AG019 Volume de Água Tratada Exportada Prestadores que informaram valor igual a zero (elaboração própria)	49
Tabela 28 - Análise das Informações Variável AG019 Volume de Água Tratada Exportada Prestadores que informaram valor maior que zero (elaboração própria)	49
Tabela 29 - Análise das Informações Variável AG024 Volume de Serviço (elaboração própria)	50
Tabela 30 - Análise das Informações Variável AG028 Consumo Total de Energia Elétrica nos Sistemas de Água (elaboração própria)	51
Tabela 31 - Análise das Inconsistências Variável ES005 Volume de Esgotos Coletados (elaboração própria)	51
Tabela 32 – Análise das Inconsistências Variável ES007 Volume de Esgotos Faturado (elaboração própria)	52

Tabela 33 - Análise das Informações Variável ES026 População Urbana Atendida com Esgotamento Sanitário (elaboração própria).....	53
Tabela 34 - Análise das Informações Variável ES028 Consumo Total de Energia Elétrica nos Sistemas de Esgotos (elaboração própria)	53
Tabela 35 - Análise das Informações Variável FN013 Despesa com Energia Elétrica (elaboração própria)	54
Tabela 36 - Análise das Informações Variável FN015 Despesas de Exploração (DEX) (elaboração própria)	54
Tabela 37 - Indicador consumo de energia pelo número de ligações ativas e número de dias avaliado (ROSS et al., 2017)	55
Tabela 38 - Indicador custo total da fatura (ROSS et al., 2017)	55
Tabela 39 - Índice de Uso na Ponta (ROSS et al., 2017)	55
Tabela 40 - Indicador de consumo de energia em cada unidade consumidora do sistema (QUEIROZ, 2017).....	56
Tabela 41 - Indicador de desempenho de reparos e equipamentos (NICOLA, 2018)	56
Tabela 42 - Indicador de Consumo Específico de Energia Elétrica Normalizado – CEN (NICOLA, 2018)	56
Tabela 43 - Indicador de Fator de Carga (NICOLA, 2018)	57
Tabela 44 - Indicador de Custo Médio de Energia Elétrica por Metro Cúbico Bombeado (NICOLA, 2018)	57
Tabela 45 - Indicadores Aquarating (Krause et al, 2018)	59
Tabela 46 - Indicadores Water and Wastewater Benchmark.....	59
Tabela 47 - Indicadores ECAM	60
Tabela 48 - Indicadores IBNET/BANCO MUNDIAL.....	61
Tabela 49 - Indicadores Energy Star	62
Tabela 50 – Indicadores do IWA (IWA, s/d)	62
Tabela 51 – Indicadores ENERWATER (ENERWATER, 2015).....	62
Tabela 52 - Agrupamento de dados para os componentes Água e Esgoto e Resíduos Sólidos.....	63

Tabela 53 - Análise SWOT Sistema de Gerenciamento SNIS (Elaboração própria)	69
Tabela 54 - Matriz de critério de priorização de indicadores (Elaboração própria).....	71
Tabela 55 - Priorização dos indicadores por critérios (elaboração própria)	73
Tabela 56 - Quantidade Variáveis Existentes por Categoria para a Componente de Água e Esgoto (Elaboração Própria).....	74
Tabela 57 – Análise das Informações Variável UP031 Existe drenagem de gases? (Elaboração própria)	75
Tabela 58 – Análise das Informações Variável UP052 Existe algum tipo de aproveitamento dos gases drenados? (Elaboração própria)	75
Tabela 59 - Indicadores de Eficiência Energética para Resíduos Sólidos (Elaboração própria)	76

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Indicação dos Componentes do Saneamento Básico, conforme a Lei Federal nº 11.445/2007 (Elaboração Própria, baseado em BRASIL, 2007)	14
Figura 2 - Composição dos Gastos Totais das Companhias de Água e Esgoto em 2018 (SNIS, 2019) ...	17
Figura 3 – Composição dos Gastos Totais das Concessionárias, 1995 a 2018 (Elaboração própria, a partir dos dados do SNIS, 2019).....	17
Figura 4 - Gastos com Energia Elétrica, 1995 a 2018 (Elaboração própria, a partir dos dados do SNIS, 2019).....	18
Figura 5 - Despesas com Energia Elétrica e Custo Médio da Tarifa de Energia (Elaboração própria baseado nos dados do SNIS, 2019 e ANEEL, s/d)	19
Figura 6 - Consumo de energia elétrica nos sistemas de água e esgoto comparando com as despesas de energia elétrica (Elaboração própria, a partir dos dados do SNIS, 2019)	20
Figura 7 - Sistema de captação em curso de água e reservatório apoiado em planta e perfil. Fonte: Material de apoio da disciplina PHA4312 – Saneamento ministrada na EPUSP.....	22
Figura 8 - Sistema de captação em curso de água e com reservatório enterrado e elevado em perfil. Fonte: Material de apoio da disciplina PHA4312 – Saneamento ministrada na EPUSP.....	22

Figura 9 - Sistema de captação em curso de água atendendo zona alta e zona baixa em planta. Fonte: Material de apoio da disciplina PHA4312 – Saneamento ministrada na EPUSP.....	23
Figura 10 - Sistema de captação de esgoto e águas pluviais, com separação absoluta (PAOLETTI; ORSINI, 2006).....	23
Figura 11 - Interior da Pequena Central Hidrelétrica (CANAL ENERGIA, 2019)	29
Figura 12 - O Serviço de Saneamento de Mogi Mirim - Sesamm (CANAL ENERGIA, 2019).....	30
Figura 13 – Metodologia utilizada para Retrofit do Sistema Pirapana, Pernambuco (Elaboração própria)	32
Figura 14 - Objetivos do SNIS (BRASIL, 2019)	34
Figura 15 - Componentes do SNIS (Elaboração Própria)	34
Figura 16 - Análise das Inconsistências Variável AG024 Volume de Serviço (elaboração própria)	50
Figura 17 - Análise das Inconsistências Variável AG028 Consumo Total de Energia Elétrica nos Sistemas de Água (elaboração própria).....	51
Figura 18 - Análise das Inconsistências Variável ES028 Consumo Total de Energia Elétrica nos Sistemas de Esgotos (elaboração própria)	53
Figura 19 - Modalidades de Aplicação do AquaRating (Krause et al, 2018).....	58
Figura 20 - Processo de coleta e homologação dos dados que compõem os SNIS (SNIS, 2018).....	64
Figura 21 - Proposta de hierarquização dos indicadores priorizados (Elaboração própria)	71

1 APRESENTAÇÃO

Este produto é o primeiro do Projeto de Pesquisa de Informações Hidroenergéticas no Saneamento – PIHES, uma iniciativa da Eletrobras realizada por meio do Segundo Plano Anual de Aplicação de Recursos do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PAR PROCEL) que está sendo desenvolvido pela Mitsidi Projetos. O escopo do projeto contempla a identificação e proposição de indicadores de eficiência hidroenergética e levantamento de informações junto aos Prestadores de Serviços de Saneamento para elaboração de banco de dados.

O Governo Brasileiro implementou, ao longo de quatro décadas, diversas ações exitosas na área de eficiência energética, a saber, os programas nacionais PROCEL e CONPET, o PEE, gerido pela ANEEL, a Lei da Eficiência Energética e suas regulamentações, o PBE entre outras. Entre tantas iniciativas governamentais, no Setor Saneamento, existe o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), administrado no âmbito da Secretaria Nacional de Saneamento (SNS) do Ministério do Desenvolvimento Regional, e é a grande referência de base de dados para o setor.

O banco de dados do SNIS é formado por informações declaratórias e voluntárias dos prestadores em relação ao tipo de serviço de saneamento que são oferecidos aos usuários (água, água e esgotos, resíduos sólidos urbanos), com principais indicadores e disponibilização de séries históricas.

Entretanto, o mercado ainda carece de uma base de dados mais específica, voltada para índices de consumo energético e linhas de desempenho, tal como evidenciado no Plano Nacional de Eficiência Energética – PNEf.

Buscando a melhoria no planejamento das ações, direcionamento de projetos e alocação dos recursos do PROCEL no setor saneamento, a Pesquisa de Informações Hidroenergéticas no Saneamento (PIHES) pretende obter e apurar dados dos Prestadores de Serviços relevantes ao setor elétrico, em âmbito nacional, incluindo informações cadastrais da infraestrutura dos sistemas, com foco em indicadores de eficiência hidroenergética. No caso da PIHES as informações serão levantadas pela empresa contratada junto aos prestadores, mediante metodologia específica, de forma a obter informações fidedignas dos sistemas de saneamento brasileiros.

2 INTRODUÇÃO

O tratamento e o abastecimento de água são considerados serviços essenciais (BRASIL, 1989) e devem ser fornecidos de forma adequada, segura, essencial e contínua (BRASIL, 1990). Nesse sentido, a Lei Federal nº 11.445/2007, conhecida como a Lei do Saneamento Básico, estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento, apresentando que a universalização do acesso e sua efetiva prestação do serviço e considera que o saneamento básico seja "(...) o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas" (BRASIL, 2007). A Figura 1 apresenta essa classificação, de forma gráfica.

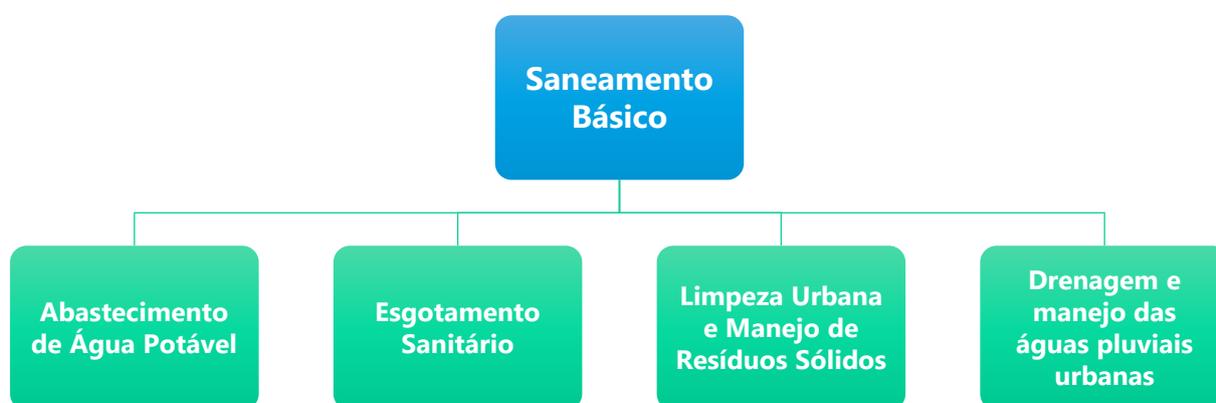


Figura 1 – Indicação dos Componentes do Saneamento Básico, conforme a Lei Federal nº 11.445/2007 (Elaboração Própria, baseado em BRASIL, 2007)

A Tabela 1 apresenta a descrição de cada um dos componentes apresentados pela Figura 1.

Componentes Saneamento Básico	Descrição
Abastecimento de Água Potável	"Constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e seus instrumentos de medição" (BRASIL, 2007)
Esgotamento Sanitário	"Constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias à coleta, ao transporte, ao tratamento e à disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até sua destinação final para produção de água de reúso ou seu lançamento de forma adequada no meio ambiente" (BRASIL, 2007)
Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos	"Constituídos pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, varrição manual e mecanizada, asseio e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana" (BRASIL, 2007)

Componentes Saneamento Básico	Descrição
Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	"Constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes" (BRASIL, 2007)

Tabela 1 - Definição de Componentes do Saneamento Básico, conforme a Lei Federal nº 11.445/2007 (Elaboração Própria, baseado em BRASIL, 2007)

Além disso, a Lei também apresenta dezesseis princípios fundamentais relativos aos serviços públicos de saneamento básico, dentre os quais, destaca-se para o presente estudo:

"(...)

II - Integralidade, compreendida como o conjunto de atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento que propicie à população o acesso a eles em conformidade com suas necessidades e maximize a eficácia das ações e dos resultados;

(...)

VII - eficiência e sustentabilidade econômica;

VIII - estímulo à pesquisa, ao desenvolvimento e à utilização de tecnologias apropriadas, consideradas a capacidade de pagamento dos usuários, a adoção de soluções graduais e progressivas e a melhoria da qualidade com ganhos de eficiência e redução dos custos para os usuários;

(...)

XII - integração das infraestruturas e dos serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos;

(...)

XIII - redução e controle das perdas de água, inclusive na distribuição de água tratada, estímulo à racionalização de seu consumo pelos usuários e fomento à eficiência energética, ao reúso de efluentes sanitários e ao aproveitamento de águas de chuva" (BRASIL, 2007 – grifo nosso).

A Lei também estabelece as diretrizes que deverão ser seguidas na política de saneamento, os quais destacam-se:

"(...)

II - aplicação dos recursos financeiros por ela administrados de modo a promover o desenvolvimento sustentável, a eficiência e a eficácia; (...)

III - uniformização da regulação do setor e divulgação de melhores práticas;

(...)

VIII - fomento ao desenvolvimento científico e tecnológico, à adoção de tecnologias apropriadas e à difusão dos conhecimentos gerados;

(...)

XII - redução progressiva e controle das perdas de água, inclusive na distribuição da água tratada, estímulo à racionalização de seu consumo pelos usuários e fomento à eficiência energética, ao reúso de efluentes sanitários e ao aproveitamento de águas de chuva, em conformidade com as demais normas ambientais e de saúde pública;

XIII - estímulo ao desenvolvimento e ao aperfeiçoamento de equipamentos e métodos economizadores de água;

(...)

XV - estímulo à integração das bases de dados” (BRASIL, 2007 – grifo nosso).

É possível perceber o incentivo com relação a busca pela eficiência energética, além de outros princípios que convergem para esse objetivo, tais como: gestão eficiente de recursos hídricos e de economia de água, desenvolvimento tecnológico, maximização dos resultados e integração das bases de dados. Por fim, é importante ressaltar que alguns dos princípios e diretrizes apresentados foram incluídos a partir do novo marco legal do saneamento (a Lei 14.026, de 15 de julho de 2020), que atualizou alguns dispositivos relativos ao tema, dentre eles a Lei do Saneamento (Lei 11;445/2007)

É importante mencionar que a energia elétrica é essencial em grande parte dos processos de gestão e operação de sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário. O consumo de energia nestes sistemas representa economicamente uma despesa considerável no total da produção, sendo o 2º ou 3º maior gasto de uma empresa de saneamento. Nesse sentido, a partir dos dados do SNIS, observa-se que o gasto com energia elétrica em relação as despesas totais nos sistemas de água e esgoto do Brasil representou 14,5% do total em 2018, equivalente a R\$ 6,18 bilhões, a terceira maior despesa das Concessionárias de água e esgoto. A Figura 2, a seguir, apresenta a composição de gastos¹ das companhias de água e esgoto em 2018.

¹ **Nota metodológica** – O cálculo das despesas totais das companhias de saneamento foi realizada através da soma de oito variáveis apresentadas no SNIS: FN 010 (Despesa com pessoal próprio), FN 011 (Despesa com produtos químicos), FN 013 (Despesa com energia elétrica), FN 014 (Despesa com serviços de terceiros), FN 020 (Despesa com água importada (Bruta ou Tratada)), FN 027 (Outras despesas de exploração) e FN 039 (Despesa com esgoto exportado).

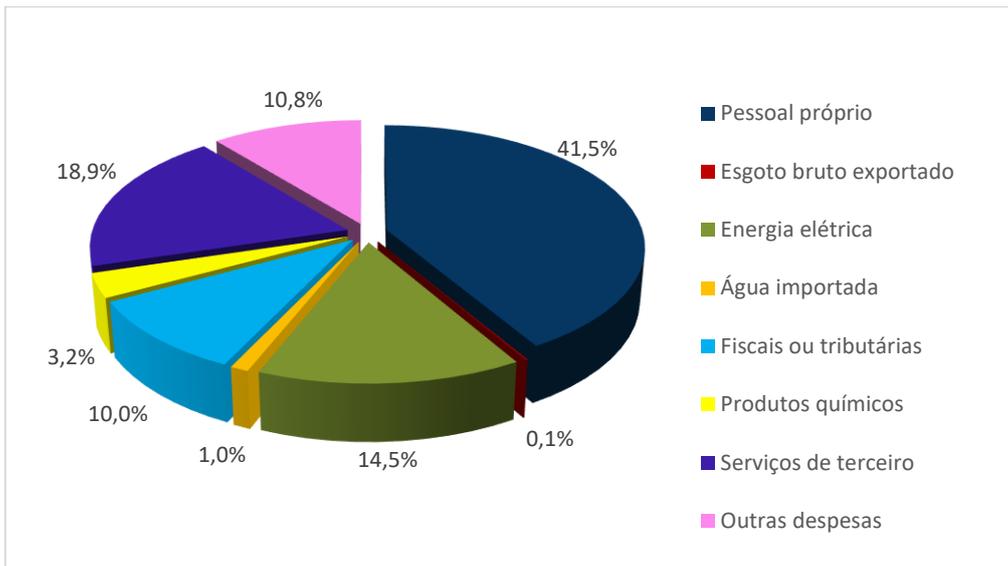


Figura 2 - Composição dos Gastos Totais das Companhias de Água e Esgoto em 2018 (SNIS, 2019)

A Figura 3, a seguir, apresenta a composição dos gastos totais das concessionárias de água e esgoto de 1995 a 2018.

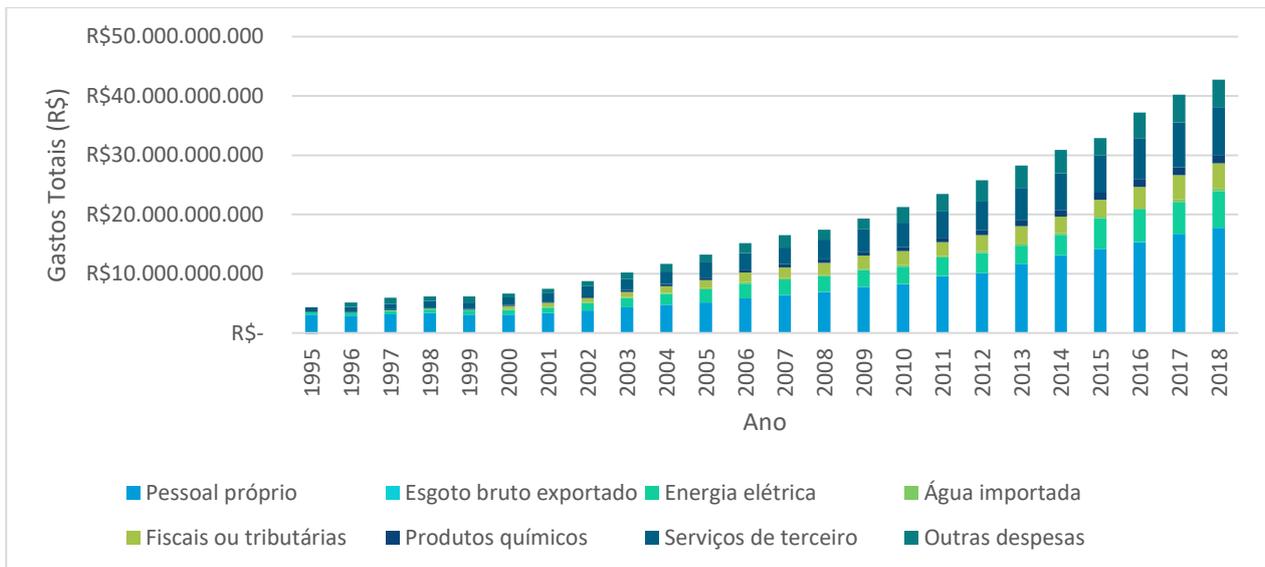


Figura 3 – Composição dos Gastos Totais das Concessionárias, 1995 a 2018 (Elaboração própria, a partir dos dados do SNIS, 2019)

De modo geral, a partir da Figura 3 é possível identificar que os gastos totais das concessionárias têm aumentado, em média, 11% ao ano. A Figura 4, a seguir, apresenta os gastos das concessionárias apenas com energia elétrica, apresentando uma média de crescimento de 12,8% ao ano com uma tendência de crescimento exponencial (com coeficiente de determinação, r^2 , de 95,13%).

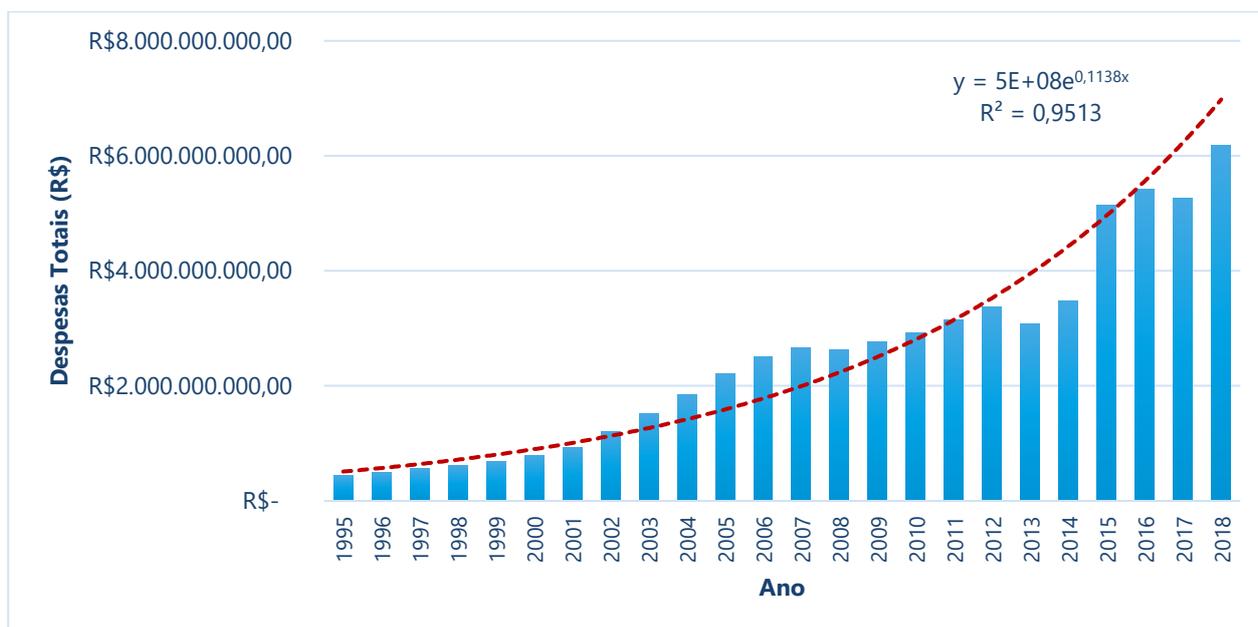


Figura 4 - Gastos com Energia Elétrica, 1995 a 2018 (Elaboração própria, a partir dos dados do SNIS, 2019)

A Tabela 2, a seguir, apresenta um complemento a Figura 4, indicando os gastos específicos com energia elétrica das concessionárias de água e esgoto. A partir dessa tabela é possível observar que em alguns momentos as despesas com energia apresentaram taxas de crescimento mais expressivas, como em 2002 (30%) e 2015 (48%).

Ano	Energia elétrica (FN 013)	% em relação ao total de despesas	Taxa de Crescimento
1995	R\$ 439.309.228,00	10,64%	-
1996	R\$ 487.051.236,00	9,48%	10,9%
1997	R\$ 562.065.686,00	9,45%	15,4%
1998	R\$ 614.709.977,00	9,95%	9,4%
1999	R\$ 687.278.658,00	11,18%	11,8%
2000	R\$ 795.969.062,00	11,94%	15,8%
2001	R\$ 929.398.413,00	12,42%	16,8%
2002	R\$ 1.208.329.399,00	13,84%	30,0%
2003	R\$ 1.524.577.521,00	14,96%	26,2%
2004	R\$ 1.848.686.946,00	15,85%	21,3%
2005	R\$ 2.218.293.779,00	16,80%	20,0%
2006	R\$ 2.509.393.536,00	16,55%	13,1%
2007	R\$ 2.666.470.927,00	16,18%	6,3%
2008	R\$ 2.631.373.289,00	15,12%	-1,3%
2009	R\$ 2.765.650.530,00	14,34%	5,1%
2010	R\$ 2.913.985.392,00	13,74%	5,4%
2011	R\$ 3.143.222.172,00	13,43%	7,9%
2012	R\$ 3.375.580.672,00	13,11%	7,4%
2013	R\$ 3.070.647.501,00	10,87%	-9,0%
2014	R\$ 3.470.992.066,00	11,25%	13,0%
2015	R\$ 5.136.237.646,00	15,63%	48,0%

Ano	Energia elétrica (FN 013)	% em relação ao total de despesas	Taxa de Crescimento
2016	R\$ 5.417.937.187,00	14,58%	5,5%
2017	R\$ 5.259.371.127,00	13,09%	-2,9%
2018	R\$6.185.828.650,00	14,49%	17,6%
		Média	12,8%

Tabela 2 - Gastos com Energia Elétrica, 1995 a 2018 (Elaboração própria, a partir dos dados do SNIS, 2019)

Como forma de análise das despesas totais, apresenta-se a variação do custo médio da tarifa de energia, expresso em R\$/MWh do período de 2003 a 2018, conforme os dados disponíveis pela Aneel (s/d). A partir da Figura 5 possível identificar que a variação das despesas de energia elétrica possui correlação com a variação do custo da tarifa de energia.

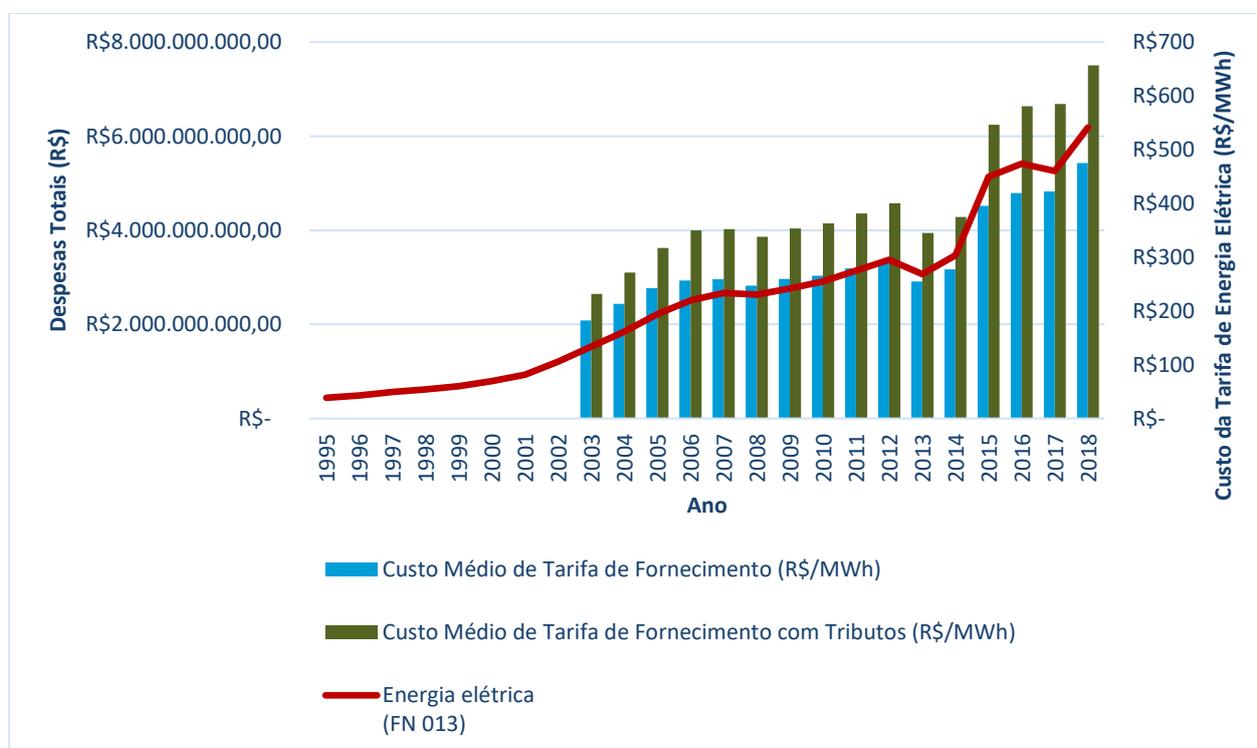


Figura 5 - Despesas com Energia Elétrica e Custo Médio da Tarifa de Energia (Elaboração própria baseado nos dados do SNIS, 2019 e ANEEL, s/d)

Nesse sentido, ressalta-se a importância em apresentar o consumo de energia ao longo do tempo, conforme apresentado na Figura 6. Os dados de consumo apresentados são datados a partir do ano de 2003, quando tais informações passaram a ser coletadas (SNIS, 2019).

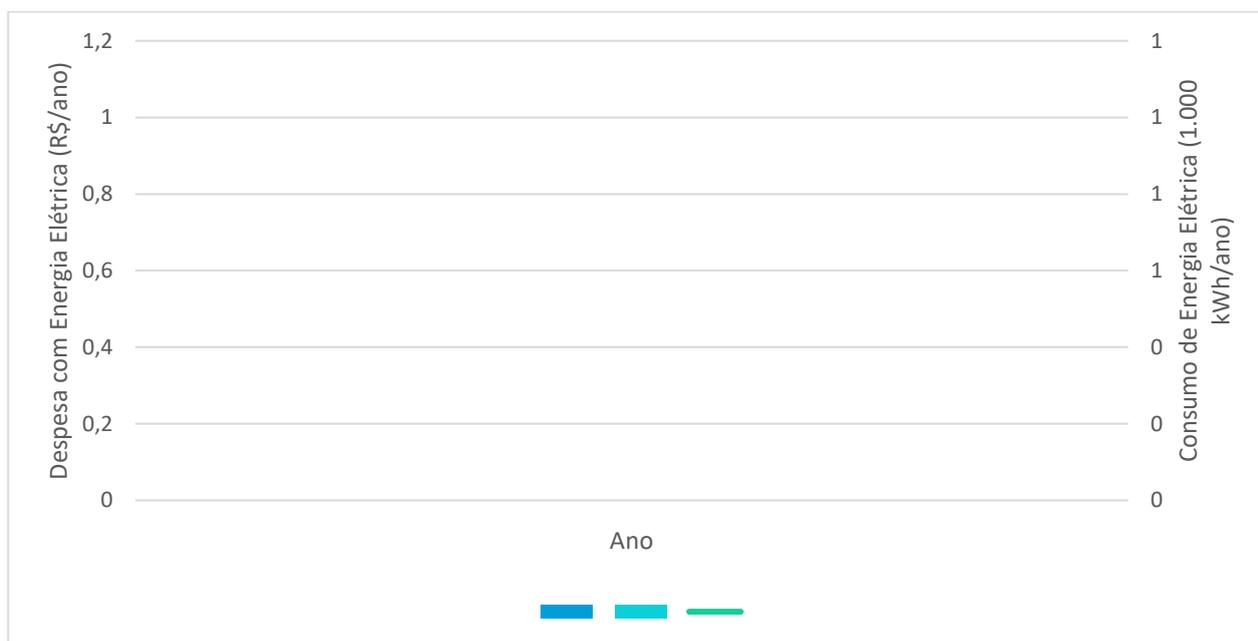


Figura 6 - Consumo de energia elétrica nos sistemas de água e esgoto comparando com as despesas de energia elétrica (Elaboração própria, a partir dos dados do SNIS, 2019)

A Tabela 3, a seguir, discrimina as informações apresentadas na Figura 6.

Ano	AG028 - Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água (1.000 kWh/ano)	ES028 - Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos (1.000 kWh/ano)	FN013 - Despesa com energia elétrica (R\$/ano)
1995	Sem Informação	Sem Informação	R\$ 439.309.228,00
1996	Sem Informação	Sem Informação	R\$ 487.051.236,00
1997	Sem Informação	Sem Informação	R\$ 562.065.686,00
1998	Sem Informação	Sem Informação	R\$ 614.709.977,00
1999	Sem Informação	Sem Informação	R\$ 687.278.658,00
2000	Sem Informação	Sem Informação	R\$ 795.969.062,00
2001	Sem Informação	Sem Informação	R\$ 929.398.413,00
2002	Sem Informação	Sem Informação	R\$ 1.208.329.399,00
2003	8.137.486,05	515.958,00	R\$ 1.524.577.521,00
2004	8.709.142,55	1.392.934,10	R\$ 1.848.686.946,00
2005	8.521.850,43	773.774,89	R\$ 2.218.293.779,00
2006	8.857.634,58	704.436,77	R\$ 2.509.393.536,00
2007	9.605.647,68	734.197,60	R\$ 2.666.470.927,00
2008	9.441.657,32	757.442,18	R\$ 2.631.373.289,00
2009	9.619.275,42	825.560,08	R\$ 2.765.650.530,00
2010	9.695.385,78	955.068,28	R\$ 2.913.985.392,00
2011	10.430.089,46	918.757,72	R\$ 3.143.222.172,00
2012	10.877.387,64	1.073.693,39	R\$ 3.375.580.672,00

Ano	AG028 - Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água (1.000 kWh/ano)	ES028 - Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos (1.000 kWh/ano)	FN013 - Despesa com energia elétrica (R\$/ano)
2013	11.076.565,84	1.063.507,21	R\$ 3.070.647.501,00
2014	11.573.276,58	1.166.920,61	R\$ 3.470.992.066,00
2015	10.964.031,25	1.179.543,93	R\$ 5.136.237.646,00
2016	10.691.046,18	1.238.646,86	R\$ 5.417.937.187,00
2017	11.294.611,68	1.340.843,58	R\$ 5.259.371.127,00
2018	11.529.350,11	1.399.763,02	R\$ 6.185.828.650,00

Tabela 3 - Consumo de energia elétrica nos sistemas de água e esgoto comparando com as despesas de energia elétrica (Elaboração própria, a partir dos dados do SNIS, 2019)

Nesse sentido, ressalta-se que o consumo de energia elétrica no setor de saneamento foi equivalente a 12,93 TWh², 2,4% do consumo nacional (EPE, 2020). De Nicola et al (2018) indicam que cerca de 95% do consumo de energia no saneamento é oriundo de instalações de bombeamento, entretanto a ineficiência em sistemas de bombeamento representa cerca de 25 a 30% (GOMES, 2009 *apud* CAMPONOGARA et al, 2017).

Para entender um pouco melhor o consumo de energia nos sistemas de abastecimento de água, é preciso entender qual é o caminho que a água faz da fonte até o consumidor e onde estão os maiores gastos de energia. O mesmo ocorre com o sistema de esgoto.

As etapas do sistema de abastecimento de água variam de acordo com a geografia do local, podendo responder a diversas configurações dependendo do sistema. A seguir, podemos ver alguns exemplos de sistemas. Na Figura 7, vemos um sistema onde os pontos topográficos mais baixos são a captação e o consumidor final, sendo que a estação de tratamento está em um ponto mais alto. Logo o sistema é composto por estação de captação, estação elevatória de água bruta (EAB), adutora de água bruta, estação de tratamento de água (ETA), adutora de água tratada, reservatório e rede de distribuição

² Tendo em vista que o consumo final energético de eletricidade foi de 545.638 GWh em 2019 (EPE, 2020) e que o consumo total dos sistemas de água (11.529.350,11 MWh/ano) e esgoto (1.399.763,02 MWh/ano) foi de 12.929.113,13 MWh/ano.

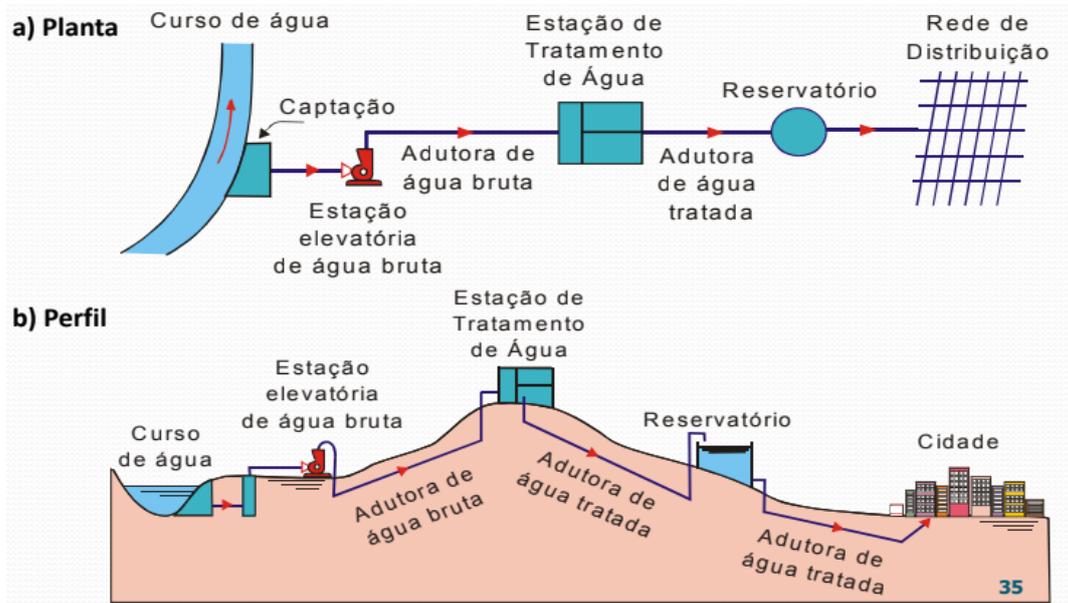


Figura 7 - Sistema de captação em curso de água e reservatório apoiado em planta e perfil. Fonte: Material de apoio da disciplina PHA4312 – Saneamento ministrada na EPUSP

Na Figura 8, vemos um sistema em topografia plana. Logo o sistema é composto por estação de captação, estação elevatória de água bruta (EAB), adutora de água bruta, estação de tratamento de água (ETA), reservatório enterrado, estação elevatória de água tratada (EAT), reservatório elevado, adutora de água tratada e rede de distribuição. Uma forma mista de sistema de abastecimento de água pode ser vista na Figura 9.

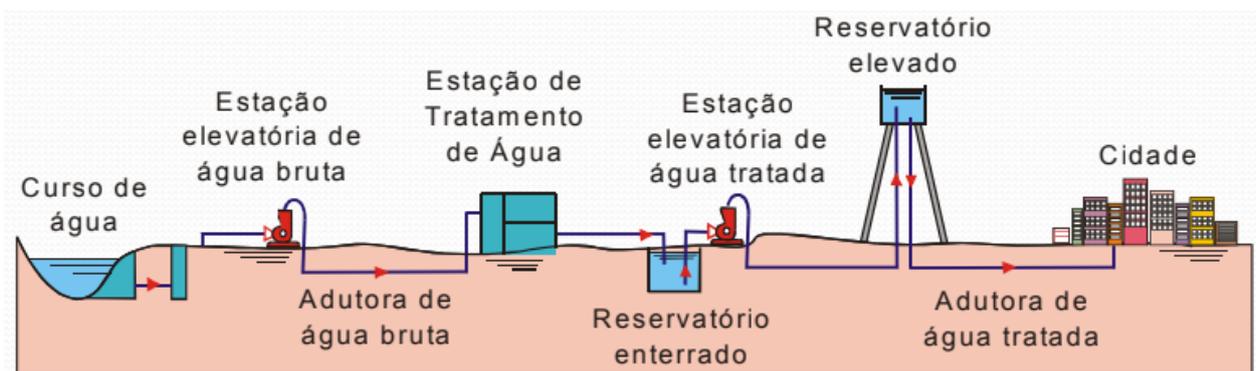


Figura 8 - Sistema de captação em curso de água e com reservatório enterrado e elevado em perfil. Fonte: Material de apoio da disciplina PHA4312 – Saneamento ministrada na EPUSP.

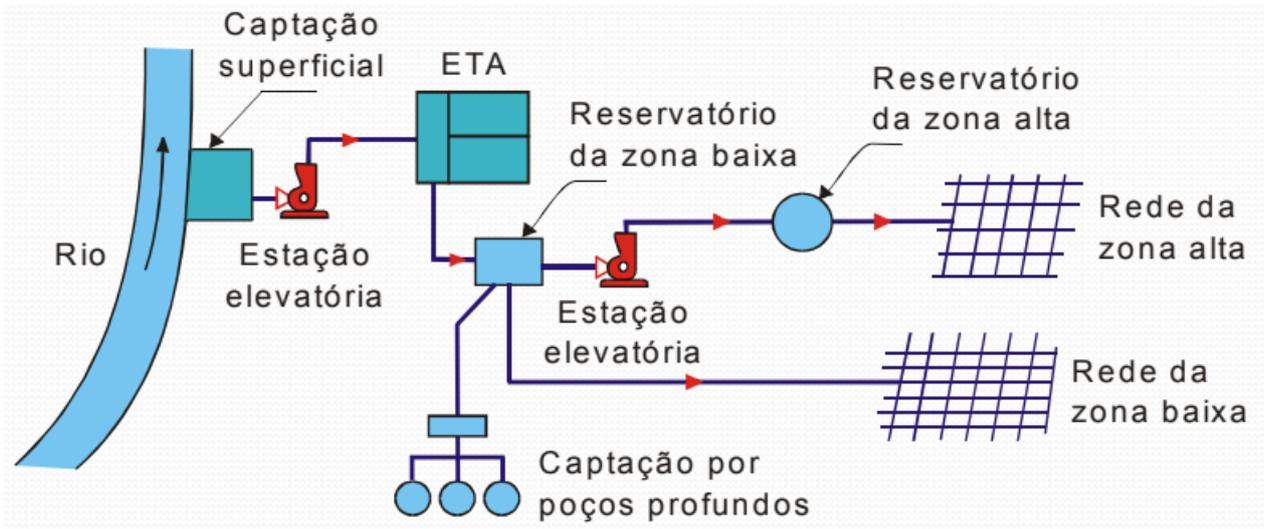


Figura 9 - Sistema de captação em curso de água atendendo zona alta e zona baixa em planta. Fonte: Material de apoio da disciplina PHA4312 – Saneamento ministrada na EPUSP

Já o sistema de captação de esgoto tende a ser mais simples. No Brasil, o sistema mais comum separa as águas pluviais do esgoto, sendo que o esgoto pode ser tratado em uma ETE, conforme a figura abaixo. No sistema ainda pode haver interceptores, emissários de transporte, estações elevatórias, sifões invertidos e emissários de lançamento.

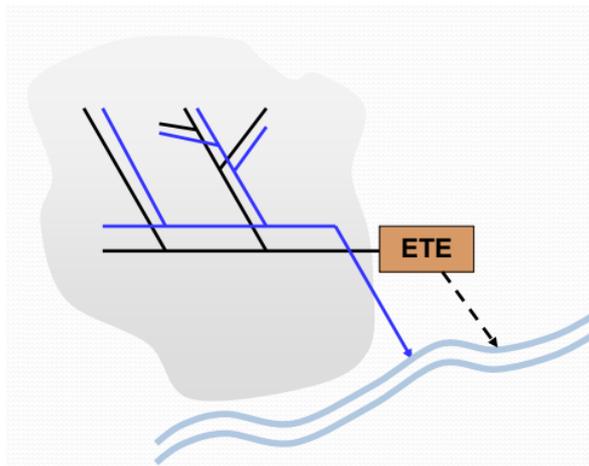


Figura 10 - Sistema de captação de esgoto e águas pluviais, com separação absoluta (PAOLETTI; ORSINI, 2006)

Queiroz (2017) aponta para a relação entre o uso da água e da energia elétrica nos sistemas de saneamento, justificada, sobretudo, pelo gasto em energia elétrica para transportar a água de um local para o outro. Sendo assim, a eletricidade é um dos maiores gastos das empresas que fornecem serviços de água e esgotamento sanitário.

A Eficiência Energética (EE) tem sido reconhecida como uma das ações necessárias e de menor custo para atender aos objetivos da transição energética para uma economia de baixo carbono e para

cumprir metas de redução de emissões de gases estufa (Bruckner e Bashmakov 2014; IEA 2017c), associados à diminuição da poluição local, ao aumento da segurança energética, ao crescimento da competitividade econômica e ao acesso a serviços básicos de saúde e educação. Publicações da ONU e da IEA apontam a importante e necessária contribuição aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS (U.N. 2015; IEA 2017a).

Não é de surpreender, portanto, que inúmeros países e agências possuem maneiras de identificar e rastrear os impactos da EE nas suas economias por meio de sistemas de indicadores (IEA 2017b; WEC 2016; Castro-Alvarez et al. 2018; Schipper et al. 1997; Freeman, Niefer, e Roop 1997; Bosseboeuf, Chateau, e Lapillonne 1997; Guo e Pachauri 2017; Kemmler e Spreng 2007)

3 METODOLOGIA

A execução deste estudo foi realizada em três etapas, descritas a seguir.

Etapa 01 – Revisão da Literatura

O objetivo dessa etapa foi levantar os indicadores de eficiência energética para o setor de saneamento na literatura nacional, a partir dos dados do Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS) e de artigos acadêmicos. Além disso, foi realizada uma pesquisa internacional para identificar indicadores que são utilizados em Sistemas de Gestão de Energia (SGE).

Desse modo, a apresentação dos indicadores se dá pela apresentação do conceito juntamente com a categoria em que se insere (energético, não energético ou hidro energético) e a unidade correspondente.

Tal classificação foi baseada na relação entre as unidades que compõem os indicadores, caso sejam compostas por unidades de volume (m³) e consumo energético (kWh), são classificados como hidroenergéticos, caso seja composta por apenas por unidades que indiquem o consumo energético, o indicador será classificado como energético, caso não apresente nenhuma das unidades de volume e consumo de energia, será classificado como não energético.

Para os indicadores do SNIS foi feita a análise estatística das variáveis para identificar a qualidade dos dados. Desse modo, realizou-se a análise a partir de quartis e desvio padrão juntamente com a avaliação do número de informações faltantes (ausentes) e imputados como “zero” no sistema.

O Glossário de Informações e o Glossário de Indicadores utilizados no SNIS são atualizados e publicados anualmente. No primeiro, constam os nomes, definições e unidades de medida das informações primárias. Já no último, são apresentadas as fórmulas de cálculo dos indicadores. Como forma de estudo dos indicadores levantados, todas as variáveis que os compõem foram submetidas a uma análise descritiva visando descrever ou sumarizar o conjunto de dados por meio de medidas de centralidade como média, mediana e demais quartis, de dispersão como desvio padrão e diferenças entre máximo e mínimo ou entre quartis.

Etapa 02 – Análise dos Sistemas de Gerenciamento

Essa etapa apresenta uma análise do sistema de gerenciamento do SNIS levando em consideração a forma como os prestadores de serviços apresentam as informações no sistema além de realizar uma listagem dos principais aspectos de sucessos e fraquezas.

Etapa 03 – Proposta de Priorização de Indicadores

Como forma de priorizar os indicadores, realizou-se a proposição de uma análise por critérios, avaliando três aspectos principais: a categoria ao qual o indicador se insere (energético, hidroenergético

e não energético), se é utilizado em Sistemas de Gestão de Energia (SGE) em outros países e se possui variáveis no SNIS

4 AÇÕES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL

Neste capítulo são apresentadas algumas ações de eficiência hidroenergética aplicadas ao Brasil, incluindo alguns estudos de caso.

4.1 AÇÕES DE EFICIÊNCIA HIDROENERGÉTICA NO PAÍS

No Brasil, atualmente, diversos programas e projetos visam à eficiência energética e à redução do consumo de água e energia no saneamento: PROCEL SANEAR Programa de Eficiência Energética em Saneamento Ambiental, PNCD A Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água, PMSS Modernização do Setor de Saneamento, Projeto de Eficiência Energética em Sistemas de Abastecimento de Água (ProEESA), Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental - ReCESA e rede LENHS e Hidráulica em Saneamento.

Sigla	Nome por Extenso	Descrição
PROCEL SANEAR	Programa de Eficiência Energética em Saneamento Ambiental	O Procel Sanear tem como finalidade promover a eficiência energética no setor de saneamento ambiental, bem como o gerenciamento do uso da água e a diminuição de seu desperdício.
PNCD A	Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água	O PNCD A é um Programa da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades, que tem por objetivo geral promover o uso racional da água de abastecimento público nas cidades brasileiras, em benefício da saúde pública, do saneamento ambiental e da eficiência dos serviços, propiciando a melhor produtividade dos ativos existentes e a postergação de parte dos investimentos para a ampliação dos sistemas.
PMSS	Modernização do Setor de Saneamento (Projeto COM+ÁGUA)	Desde há muito tempo, perdas de água e energia tem sido um problema crônico nos sistemas de abastecimento de água brasileiros. Dados do SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento apontam que as perdas de faturamento estão atualmente no patamar de 40% em uma média nacional. Especialistas do setor energético avaliam que o potencial de economia de energia no setor deva exceder 25% do consumo atual.

Sigla	Nome por Extenso	Descrição
ProEESA	Projeto de Eficiência Energética em Sistemas de Abastecimento de Água	O ProEESA constitui uma cooperação entre o Ministério das Cidades por meio da a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) e o Ministério Federal da Cooperação Econômica e do Desenvolvimento (BMZ) da Alemanha sendo a parceria executada pela Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)
ReCESA	Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental	A ReCESA é uma rede nacional que busca a melhoria do setor de saneamento mediante soluções de capacitação, intercâmbio técnico e extensão tecnológica, com abrangência em sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem de águas pluviais urbanas e resíduos sólidos.
PEE	Programa de Eficiência Energética da Aneel	Disponibilizado através das distribuidoras de energia elétrica em concursos anuais denominados CPPs – Consultas Públicas de Projetos, incluem o financiamento tanto de equipamentos mais eficientes, quanto dos serviços vinculados ao retrofit das instalações de bombeamento. A implantação de sistemas de gerenciamento de energia bem como de fontes incentivadas, como a geração hidroelétrica ou fotovoltaica também são elegíveis no âmbito desta linha de financiamento, desde que atendam ao critério mínimo de RCB – Relação Custo Benefício, nos termos da regulamentação estabelecida pelo PROPEE – Procedimentos do Programa de Eficiência Energética.
Projeto Acertar	Projeto Acertar	O Projeto Acertar visa o desenvolvimento de Metodologias de Certificação de informações do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

Tabela 4 - Principais Ações de Eficiência Hidroenergética do Brasil

4.2 ESTUDOS DE CASO

4.2.1 Estação de tratamento de água associada a uma pequena central hidrelétrica em Cachoeira de Itapemirim

Na cidade de Cachoeiro de Itapemirim, uma Estação de Tratamento de Água (ETA) foi construída ao lado de uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH) que utiliza o curso natural do rio para gerar energia. Foi realizado um projeto de eficiência energética, para que a energia consumida pela ETA pudesse ser integralmente fornecida pela PCH (CANAL ENERGIA, 2019).



Figura 11 - Interior da Pequena Central Hidrelétrica (CANAL ENERGIA, 2019)

A PCH possui capacidade de produção de 2,8 MW, mantendo a cidade em segurança hídrica e energética (CANAL ENERGIA, 2019).

4.2.2 Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) fornecida por sistema fotovoltaico em Mogi Mirim

Com um investimento de 1,8 milhão de reais, na ETE de Mogi Mirim foram instaladas um conjunto de placas fotovoltaicas em um campo de 2 mil m², formando uma usina solar capaz de gerar 606 MW e um terço do total consumo pela ETE (CANAL ENERGIA, 2019).

A estação de tratamento de esgoto tem capacidade para tratar 150 litros por segundo. Essa proporção atende 65% do esgoto doméstico da cidade (CANAL ENERGIA, 2019).



Figura 12 - O Serviço de Saneamento de Mogi Mirim - Sesamm (CANAL ENERGIA, 2019)

A tecnologia não apresenta partes móveis, ruídos, e possui baixa manutenção e rápida instalação. Tem por nome Perc (Passivated Emitter and Rear Cell ou Emissor Passivo e Célula Traseira, em tradução) e converte diretamente a energia solar em elétrica (CANAL ENERGIA, 2019).

4.2.3 Eficiência energética em saneamento em Campo Grande

A empresa Águas Guariroba, que opera a concessão de água e esgoto na cidade de Campo Grande, fez um trabalho interno com foco em eficiência energética e uso racional de energia, visando aumentar a eficiência e diminuir os custos (CANAL ENERGIA, 2019).

Para efetivar o trabalho foram utilizadas algumas medidas:

- Investimentos em melhorias de equipamentos;
- Troca de conjuntos moto-bombas;
- Instalação de bancos capacitores;
- Instalação de timers em poços;
- Desobstrução de adutoras com pigs (torpedos);
- Uso de automação em registros com atuadores elétricos;
- Monitoramento da pressão na rede de distribuição;

- Manutenção do parque de medidores;
- Geofonamento para detecção de vazamentos.

Com essas medidas, foi possível reduzir os gastos com energia e aumentar a produção de água tratada em 20% (CANAL ENERGIA, 2019).

4.2.4 Capacitação prática em eficiência energética para prestadores de serviços de saneamento

4.2.5 Balanço energético no sistema de abastecimento em Juigalpa, Nicarágua

No município de Juigalpa, na Nicaraguá, foi realizado um balanço energético no sistema de abastecimento de água, no qual identificou-se que seria possível reduzir vazamentos e economizar 8% dos consumos energéticos com a instalação de duas válvulas reguladoras de pressão (VRP). Com a implementação desta medida, foi estimada uma economia da ordem de 150 mil reais por ano. Nesta estimativa, se incluiu as perdas de água ao conceito de eficiência energética, uma vez que toda energia utilizada na produção e transporte deste recurso também é desperdiçada (CANAL ENERGIA, 2019).

4.2.6 Projeto e instalação de inversor de frequência em Blumenau (SC)

No município de Blumenau (SC) foi identificado um potencial de economia de baixo investimento com a implementação de uma simples medida. A medida consistiu em instalar um inversor de frequência em um conjunto motor-bomba. Esta medida acompanhou um potencial de economia de 107 mil reais ao ano, e um retorno do investimento em apenas 4 meses (CANAL ENERGIA, 2019).

4.2.7 Eficiência energética no sistema Pirapama (PE)

Na região metropolitana de Recife, foi realizado um retrofit do sistema de abastecimento Pirapama, pertencente à Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA. A obra foi realizada levando-se em consideração as melhores práticas de eficiência energética e redução de custos com energia elétrica disponíveis (SILVA, L., CRUZ, K., NETO, S., 2015).

O sistema é composto por uma Estação Elevatória de Água Bruta (EEAB), cerca de 4 km de adutora de água bruta, uma Estação de Tratamento de Água – ETA e aproximadamente 20 km de adutora de água tratada. No final do processo, tem-se mais de 5.000 L/s de água tratada para a população (SILVA, L., CRUZ, K., NETO, S., 2015).

A metodologia utilizada foi dividida em três etapas:

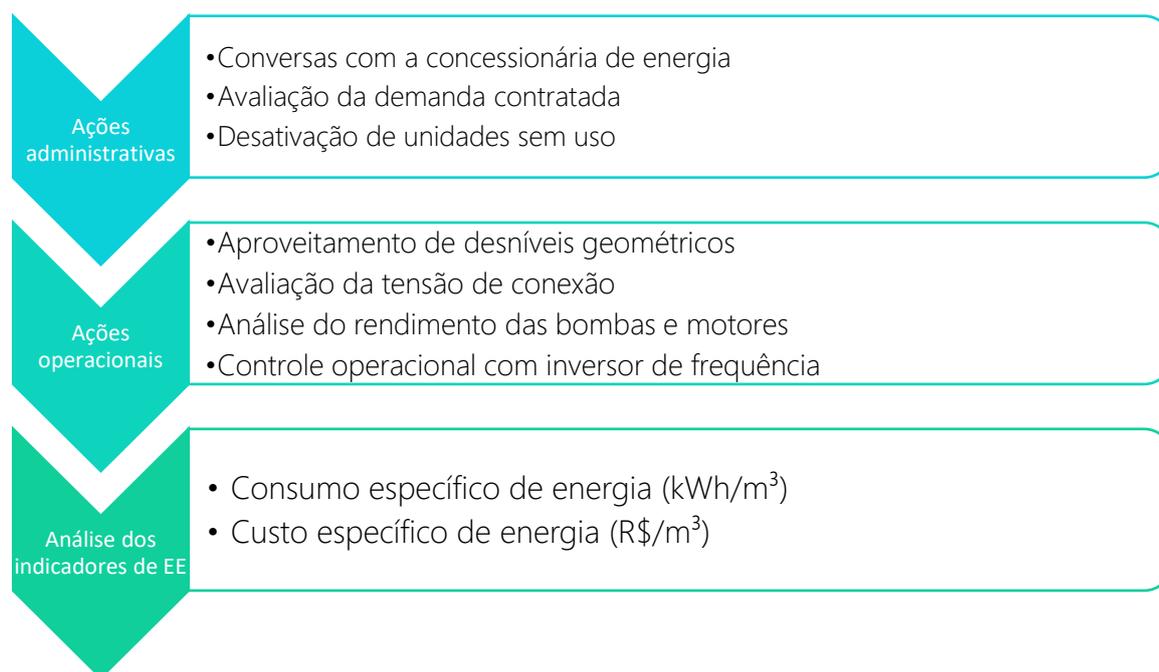


Figura 13 – Metodologia utilizada para Retrofit do Sistema Pirapana, Pernambuco (Elaboração própria)

Dentro desta metodologia, foi especificado uma série de verificações para cada etapa do projeto. Para as ações administrativas, foram verificadas a demanda de potência ativa obrigatória e disponibilizada pela distribuidora (ANEEL, 2010) e concordou-se com a concessionária de energia três períodos de testes para uma melhor adaptação das demandas a serem contratadas. Assim, evitou-se o pagamento mensal na ordem de R\$ 50 mil, através de multas por ultrapassagens de demanda (SILVA, L., CRUZ, K., NETO, S., 2015).

Além disso, com o funcionamento deste novo sistema, foi possível desativar uma unidade consumidora, o que significou uma economia mensal de cerca de R\$ 30 mil, que era o custo estimado da fatura de energia desta unidade (SILVA, L., CRUZ, K., NETO, S., 2015).

Para as ações operacionais, foram verificadas desde a concepção do sistema, para efficientizar o desnível geométrico existente da barragem, e assim, suprimir o poço de sucção da EEAB, aproveitando a energia potencial no bombeamento. Também foi remodelado a opção pela tensão de conexão em 69kV, o que permitiu a redução da tarifa de energia para uma modalidade mais barata (horária-azul-A3). Isso provocou uma redução na fatura de energia de aproximadamente 18%. Visando o aproveitamento da mesma tarifa de energia da EEAB para a ETA, foi construída uma linha de transmissão exclusiva da EEAB até a ETA na tensão de 4,16kV. Com isso, houve uma estimativa de economia mensal de R\$15 mil na fatura de energia da ETA (SILVA, L., CRUZ, K., NETO, S., 2015).

Além disso, houve a troca dos motores por modelos de alto rendimento. Com isso, foi dispensado o uso do ventilador externo existente, elevando o rendimento de 94,7% para 95,8%. Com essa ação, estima-se uma economia mensal de aproximadamente R\$11 mil (SILVA, L., CRUZ, K., NETO, S., 2015).

Por fim, inversores de frequência foram instalados para maximizar operação. Esses inversores ajustam as velocidades das bombas de acordo com nível da barragem e com a vazão requerida. Dessa forma, houve uma economia de energia de aproximadamente 25% (SILVA, L., CRUZ, K., NETO, S., 2015).

Após o retrofit, o sistema Pirapama aumentou em cerca de 50% a oferta de água nos municípios da região metropolitana do Recife, livrando os habitantes de um racionamento de água histórico (SILVA, L., CRUZ, K., NETO, S., 2015).

5 LEVANTAMENTO DE INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICÁVEIS AO SETOR SANEAMENTO

5.1 INDICADORES LEVANTADOS NO SNIS

O SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) é um banco de dados administrativo, operacional, gerencial, econômico-financeiro, de balanço contábil e de qualidade sobre a prestação de serviços de água, de esgotos e de manejo de resíduos sólidos. Trata-se de um banco de dados administrado na esfera federal, criado em 1996, no âmbito do Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS), e atualmente está vinculado à Secretaria Nacional de Saneamento (SNS) do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR). Além disso, ele faz parte do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA), instituído pela Lei Federal nº 11.445/2007. A Figura 14 apresenta os principais objetivos do SNIS.



Figura 14 - Objetivos do SNIS (BRASIL, 2019)

O SNIS atualmente está dividido em três componentes: água e esgotos (SNIS-AE), resíduos sólidos (SNIS-RS) e águas pluviais (SNIS-AP), abarcando os quatro componentes do saneamento básico apresentados pela Lei nº 11.445/2007, a partir do momento em que a componente de água e esgoto abarca tanto o abastecimento de água quanto o esgotamento sanitário, apresentados na Figura 15, a seguir.

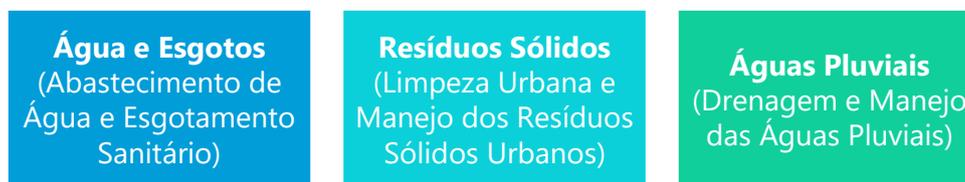


Figura 15 - Componentes do SNIS (Elaboração Própria)

A metodologia do SNIS considera uma tipologia de prestadores de serviços apoiada em três características básicas: a **abrangência da sua atuação** (diferenciando os prestadores pela quantidade e

complexidade dos sistemas de provimento dos serviços, tanto os sistemas físicos como os político/institucionais e os espaciais/geográficos); a **natureza jurídico-administrativa** (diferenciando os prestadores do ponto de vista da formalidade legal e administrativa a que estão submetidos em todas as dimensões da sua atuação); e os **tipos de serviços oferecidos** aos usuários (água, água e esgotos, esgotos, resíduos sólidos urbanos).

Segundo o IBGE (2016), o Brasil possui 5.570 municípios, desses, 5.146 (92,4%) recebem abastecimento de água, 4.050 (72,7%) possuem esgotamento sanitário e 3.603 (64,7%) possuem serviços de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. A Tabela 5, a seguir, apresenta essas informações.

	Abastecimento de Água	Esgotamento Sanitário	Drenagem e Manejo das Águas Pluviais
Quantidade de Municípios responderam SNIS 2018	5.146	4.050	3.603
Quantidade de Prestadores de Serviços responderam SNIS 2018	1.568	1.568	N/A
Representatividade em relação ao total de municípios	92,4%	72,7%	64,7%
Representatividade em relação a população urbana do Brasil	98,1%	92,9%	84,2%

Tabela 5 - Informações sobre escopos de água, esgoto e drenagem e manejo de águas pluviais do SNIS 2018 (Elaboração Própria, a partir dos dados do SNIS, 2019)

5.1.1 Indicadores

A partir da pesquisa no SNIS, analisando os Glossários de Informações e Indicadores do componente Água e Esgoto, foram identificados indicadores de eficiência aplicáveis ao setor de saneamento, classificados como hidroenergéticos, energéticos e não energéticos.

O Glossário de Informações e o Glossário de Indicadores utilizados no SNIS são atualizados e publicados anualmente. No primeiro, constam os nomes, definições e unidades de medida das informações primárias. Já no último, são apresentadas as fórmulas de cálculo dos indicadores.

De uma forma geral, avalia-se a eficiência energética de um sistema ou instalação pela relação entre o consumo de energia elétrica (kWh) e o volume bombeado (m³), buscando-se obter o menor índice nas condições intrínsecas do sistema ou instalação estudados.

Além disso, a questão das perdas é outro fator importante. O setor de saneamento, com uso intensivo de bombeamento, alia a possibilidade de conjugar o uso racional da água com o uso eficiente da energia, tendo sido identificada a possibilidade de redução de consumo no setor em até 45%, dos quais

20% decorrentes de medidas de eficiência energética e 25% de redução de perdas de água (MME, 2011).

Abaixo são apresentados os principais indicadores relacionados a aspectos de intensidade energética e eficácia de ações de eficiência hidroenergética, encontrados no SNIS (2018).

5.1.2 IN009 – Índice de Hidrometração

O índice de hidrometração é o cálculo que as companhias de saneamento realizam entre a quantidade de ligações de águas medidas e o total de ligações de água. Isso resulta em um percentual de medição do consumo de água para as companhias tomarem decisões.

ID	IN013
Resumo	Índice de hidrometração
Classificação Indicadores	Operacionais
Aplicação	Não energético
Componentes	Água
Unidade	Percentual
Variáveis	AG002: Quantidade de ligações ativas de água AG004: Quantidade de ligações ativas de água micromedidas
Fórmula de Cálculo	$\frac{AG004 *}{AG002 *} \times 100$

Tabela 6 - Descritivo Indicador IN009 | Índice de Hidrometração (Elaboração própria)

5.1.3 IN010 - Índice de micromedição relativo ao volume disponibilizado

O Índice de Micromedição Relativo ao Volume Disponibilizado é um instrumento auxiliar na gestão de perdas de água na medida em que mostra o volume de água hidrometrado no ponto de consumo, em relação ao volume produzido de água disponibilizado (macromedido) para distribuição na rede. Índice de Micromedição Relativo ao Volume Disponibilizado mais alto é indicativo de boas práticas de gestão de perdas de água e gestão sustentável de recursos hídricos. E quanto menor esse índice, maior será a probabilidade de haver perdas físicas de água no processo de produção e distribuição.

ID	IN013
Resumo	Índice de micromedição relativo ao volume disponibilizado
Classificação Indicadores	Operacionais
Aplicação	Não energético
Componentes	Água
Unidade	Percentual
Variáveis	AG006: Volume de água produzido AG008: Volume de água micromedido AG018: Volume de água tratada importado AG019: Volume de água tratada exportado AG024: Volume de serviço
Fórmula de Cálculo	$\frac{AG008}{AG006 + AG018 - AG019 - AG024} \times 100$

Tabela 7 - Descritivo Indicador IN010 | Índice de micromedição relativo ao volume disponibilizado (Elaboração própria)

5.1.4 IN013 – Índice de perdas de faturamento

O índice de perdas de faturamento é calculado a partir do volume de água produzido, tratado importado, faturado e de serviço, expresso em percentual de perdas. Ele avalia o nível de água não faturada do sistema de abastecimento, fornecendo uma visão geral da situação das perdas do sistema levando em conta o volume de serviços e indica o que a empresa está produzindo e não consegue faturar (TRATA BRASIL, 2020).

ID	IN013
Resumo	Índice de perdas faturamento
Classificação Indicadores	Operacionais
Aplicação	Não energético
Componentes	Água
Unidade	Percentual
Variáveis	AG006: Volume de água produzido AG011: Volume de água faturado AG018: Volume de água tratada importado AG024: Volume de serviço
Fórmula de Cálculo	$\frac{AG006 + AG018 - AG011 - AG024}{AG006 + AG018 - AG024} \times 100$

Tabela 8 - Descritivo Indicador IN013 | Índice de perdas faturamento (Elaboração própria)

5.1.5 IN022 – Consumo médio percapita de água

O Índice de Consumo Médio per Capita de Água demonstra o volume de água consumido, em termos litros consumidos por habitante ao dia, levando em conta o total da população da cidade atendida pelos serviços de abastecimento de água. O Índice de Consumo Médio per Capita de Água, segundo a Organização Mundial de Saúde, necessário para suprir as necessidades básicas de uma pessoa é de 110 litros de água por dia.

ID	IN013
Resumo	Consumo médio percapita de água
Classificação Indicadores	Operacionais
Aplicação	Não energético
Componentes	Água
Unidade	l/hab./dia
Variáveis	AG001: População total atendida com abastecimento de água AG010: Volume de água consumido AG019: Volume de água tratada exportado
Fórmula de Cálculo	$\frac{AG010 - AG019}{AG001 * } \times \frac{1.000.000}{365}$

5.1.6 IN037 – Participação da despesa com energia elétrica nas despesas de exploração

O índice de participação da despesa com energia elétrica nas despesas de exploração é calculado a partir das despesas com energia elétrica e com as despesas de exploração (DEX), expresso em percentual da participação. A DEX está relacionada ao custo operacional na obtenção, processamento e distribuição de água, podendo ser verificada em todas as unidades, impactando na qualidade do serviço prestado e no valor da tarifa cobrada (LOPES et al., 2020).

ID	IN037
Resumo	Participação da despesa com energia elétrica nas despesas de exploração
Classificação Indicadores	Econômico financeiros e administrativos
Aplicação	Não energético
Componentes	Água e esgoto
Unidade	Percentual
Variáveis	FN013: Despesa com energia elétrica FN015: Despesas de Exploração (DEX)

ID	IN037
Fórmula de Cálculo	$\frac{FN013}{FN015} \times 100$

Tabela 9 - Descritivo Indicador IN037 | Participação da despesa com energia elétrica nas despesas de exploração (Elaboração própria)

5.1.7 IN049 - Índice de perdas na distribuição

O índice de perdas na distribuição é calculado através do volume de água produzido, consumido, tratado importado e de serviço, expresso em percentual. Ele avalia o nível de perdas da água efetivamente consumida em um sistema de abastecimento de água potável, fornecendo uma aproximação na análise de impacto das perdas em relação ao volume produzido (TRATA BRASIL, 2020).

ID	IN049
Resumo	Índice de perdas na distribuição
Classificação Indicadores	Operacionais
Aplicação	Não energético
Componentes	Água
Unidade	Percentual
Variáveis	AG006: Volume de água produzido AG010: Volume de água consumido AG018: Volume de água tratada importado AG024: Volume de serviço
Fórmula de Cálculo	$\frac{AG006 + AG018 - AG010 - AG024}{AG006 + AG018 - AG024} \times 100$

Tabela 10 - Descritivo Indicador IN049 | Índice de perdas na distribuição (Elaboração própria)

5.1.8 IN050 - Índice bruto de perdas lineares

O índice bruto de perdas lineares é calculado pela extensão da rede de água e do volume de água produzido, consumido, tratado importado e de serviço, expresso em metros cúbicos por dia por quilômetro (m³/dia/km). Esse indicador é calculado em função da extensão da rede de água, expresso em metros.

ID	IN050
Resumo	Índice bruto de perdas lineares
Classificação Indicadores	Operacionais

ID	IN050
Aplicação	Não energético
Componentes	Água
Unidade	m ³ /dia/Km
Variáveis	AG005: Extensão da rede de água AG006: Volume de água produzido AG010: Volume de água consumido AG018: Volume de água tratada importado AG024: Volume de serviço
Fórmula de Cálculo	$\frac{AG006 + AG018 - AG010 - AG024}{AG005 * } \times \frac{1.000}{365}$

Tabela 11 - Descritivo Indicador IN050 | Índice bruto de perdas lineares (Elaboração própria)

5.1.9 IN051 - Índice de perdas por ligação

O índice de perdas por ligação é calculado a partir da quantidade de ligações ativas de água e do volume de água produzido, consumido, tratado importado e de serviço, expresso em litros por ligação por dia (l/lig./dia). Esse indicador avalia o nível de perdas de água efetivamente consumida em termos unitários, refletindo a variação de perdas por ligação (TRATA BRASIL, 2020).

ID	IN051
Resumo	Índice de perdas por ligação
Classificação Indicadores	Operacionais
Aplicação	Não energético
Componentes	Água
Unidade	l/lig./dia
Variáveis	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
Fórmula de Cálculo	$\frac{AG006 + AG018 - AG010 - AG024}{AG002 * } \times \frac{1.000.000}{365}$ AG002*: utiliza-se a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo.

Tabela 12 - Descritivo Indicador IN051 | Índice de perdas por ligação (Elaboração própria)

5.1.10 IN058 - Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água

O índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento é calculado pelo consumo total de energia elétrica nos sistemas de água dividido pelo volume de água produzido e tratado importado, expresso em quilowatt hora por metro cúbico (kWh/m³). Esse indicador auxilia em projeções de custos operacionais e ajuda a prever o comportamento do consumo de energia ao longo do tempo.

ID	IN058
Resumo	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água
Classificação Indicadores	Operacionais
Aplicação	Hidroenergético
Componentes	Água
Unidade	kWh/m ³
Variáveis	AG006: Volume de água produzido AG018: Volume de água tratada importado AG028: Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água
Fórmula de Cálculo	$\frac{AG028}{AG006 + AG018}$

Tabela 13 - Descritivo Indicador IN058 | Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água (Elaboração própria)

5.1.11 IN059 - Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário

O índice de consumo de energia em sistemas de esgotamento sanitário é calculado pelo consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgoto dividido pelo volume de esgoto coletado, expresso em quilowatt hora por metro cúbico (kWh/m³). Esse indicador auxilia em projeções de custos operacionais e ajuda a prever o comportamento do consumo de energia necessário para um determinado volume de esgoto coletado a ser tratado.

ID	IN059
Resumo	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário
Classificação Indicadores	Operacionais
Aplicação	Hidroenergético
Componentes	Esgoto

ID		IN059
Unidade	kWh/m ³	
Variáveis	ES005: Volume de esgotos coletado ES028: Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos	
Fórmula de Cálculo	$\frac{ES028}{ES005}$	

Tabela 14 - Descritivo Indicador IN059 | Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário (Elaboração própria)

5.1.12 IN060 - Índice de despesas por consumo de energia elétrica nos sistemas de água e esgotos

O índice de despesas por consumo de energia elétrica nos sistemas de água e esgotos é calculado pela despesa com energia elétrica e o consumo total de energia elétrica nos sistemas de água e esgoto, expresso em reais por quilowatt hora (R\$/kWh). Esse indicador auxilia em projeções de custos operacionais e ajuda a prever o comportamento do consumo de energia necessário os sistemas de água e esgoto.

ID		IN060
Resumo	Índice de despesas por consumo de energia elétrica nos sistemas de água e esgotos	
Classificação Indicadores	Econômico financeiros e administrativos	
Aplicação	Energético	
Componentes	Água e esgoto	
Unidade	R\$/kWh	
Variáveis	AG028: Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água ES028: Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos FN013: Despesa com energia elétrica	
Forma de Cálculo	$\frac{FN013}{AG028 + ES028} \times \frac{1}{1.000}$	

Tabela 15 - Descritivo Indicador IN060 | Índice de despesas por consumo de energia elétrica nos sistemas de água e esgotos (Elaboração própria)

5.2 ANÁLISE DE INFORMAÇÕES

Nesta seção são apresentadas a análise de cada uma das informações que compõem os indicadores apresentados anteriormente a partir da base de dados do SNIS. Os dados foram analisados quanto ao número de prestadores que responderam as informações, realizando também uma análise por quartis, indicando a distribuição da amostra em partes iguais. Os dados estão apresentados a partir da abrangência: local, microrregional e regional.

Importante mencionar que a análise de dados realizada leva em conta o último conjunto de informações disponíveis no SNIS, publicadas em 2019 referente ao ano de 2018.

Foi realizada a coleta de todas as variáveis do SNIS para o componente de Água e Esgoto e analisado quais enquadravam-se como hidro energéticas, energéticas e não energéticas. Ao todo existem 307 variáveis divididas em 10 categorias: água, balanço, complementares, esgotos, experimentais, financeiras, gerais, pesquisa sobre os demais serviços existentes no município, qualidade e tarifas para a população de baixa renda. A Tabela 16, a seguir, apresenta a distribuição das variáveis por categoria.

Categorias	Quantidade de Variáveis
Água	27
Balanço	14
Complementares	54
Esgotos	17
Experimentais	7
Financeiras	54
Gerais	31
Pesquisa sobre os demais serviços existentes no município	41
Qualidade	26
Tarifas para população de baixa renda	36
Total	307

Tabela 16 - Quantidade Variáveis Existentes por Categoria para a Componente de Água e Esgoto (Elaboração Própria)

Foram identificadas três variáveis energéticas e nenhuma hidro energética. As variáveis identificadas foram o consumo total de energia elétrica nos sistemas de abastecimento de água (AG028) e de esgoto (ES028) e se o consumidor possui ligação de energia elétrica monofásica, com consumo mensal (média anual) dentro de limite instituído pelo prestador (TR030). Apenas as duas primeiras apresentam dados disponíveis no SNIS.

5.2.1 AG001 - POPULAÇÃO TOTAL ATENDIDA COM ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Definição: valor da população total atendida com abastecimento de água pelo prestador de serviços, no último dia do ano de referência. Corresponde à população urbana que é efetivamente atendida com

os serviços acrescida de outras populações atendidas localizadas em áreas não consideradas urbanas. Essas populações podem ser rurais ou mesmo com características urbanas, apesar de estarem localizadas em áreas consideradas rurais pelo IBGE. Caso o prestador de serviços não disponha de procedimentos próprios para definir, de maneira precisa, essa população, o mesmo poderá estimá-la utilizando o produto da quantidade de economias residenciais ativas de água (AG013), multiplicada pela taxa média de habitantes por domicílio do respectivo município, obtida no último Censo ou Contagem de População do IBGE. Quando isso ocorrer, o prestador de serviços deverá abater da quantidade de economias residenciais ativas de água, o quantitativo correspondente aos domicílios atendidos e que não contam com população residente. Como, por exemplo, em domicílios utilizados para veraneio, em domicílios utilizados somente em finais de semanas, imóveis desocupados, dentre outros. Assim, o quantitativo de economias residenciais ativas a ser considerado na estimativa populacional normalmente será inferior ao valor informado em AG013. A população AG001 deve ser menor ou igual à população da informação G12a. Essa variável está presente no indicador IN022 “Consumo médio percapita de água”.

Observa-se na Tabela 17, a seguir, que todos os prestadores informaram valores diferentes de zero, o que é esperado para essa informação.

Abrangência	Quantidade Prestadores	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão (σ)
Local	1.105	374	3.830	10.520	42.250	31.540	1.961.000	122.905,6
Microrregional	8	23.850	40.490	60.830	114.900	109.200	406.900	134.104,1
Regional	28	126.300	952.100	2.251.000	4.338.000	5.621.000	27.060.000	5.729.182,9
Total	1.141	374	3.976	11.150	148.200	34.930	27.060.000	1.110.975,0

Tabela 17 - Análise das Informações | Variável AG001 | População total atendida com abastecimento de água (elaboração própria)

5.2.2 AG002 - QUANTIDADE DE LIGAÇÕES ATIVAS DE ÁGUA

Esta variável diz respeito a quantidade de ligações ativas de água à rede pública, providas ou não de hidrômetro, que estavam em pleno funcionamento no último dia do ano de referência, ao qual sua unidade é expressa em ligações (SNIS, 2019). Essa variável está presente nos indicadores: IN009 “Índice de hidrometração” e IN051 “Índice de Perdas por Ligação”.

A Tabela 18, a seguir, indica que não há problemas com o preenchimento da informação, ou seja, todos os prestadores informaram o valor para AG002 e os números representam com coerência a abrangência do prestador.

Abrangência	Quantidade Prestadores	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão (σ)
Local	1.105	100	1.350	3.482	12.910	9.816	432.600	32.687,8
Microrregional	8	8.473	12.510	19.320	40.040	36.060	160.900	51.787,5
Regional	28	26.540	323.300	566.700	1.283.000	1.943.000	7.987.000	1.716.623,7
Total	1.141	100	1.396	3.640	44.270	11.740	7.987.000	330.904,8

Tabela 18 – Análise das Informações | Variável AG002 | Quantidade de ligações ativas de água (elaboração própria)

5.2.3 AG004 – QUANTIDADE DE LIGAÇÕES ATIVAS DE ÁGUA MICROMEDIDAS

Trata-se da quantidade de ligações ativas de água, providas de hidrômetro, que estavam em pleno funcionamento no último dia do ano de referência. Sua unidade é expressa em ligações (SNIS, 2019). Essa variável está presente no indicador IN009 “Índice de hidrometração”.

Na Tabela 19, a seguir, observa-se o resumo das medidas de AG004. Foi observado que 212 prestadores de abrangência local informaram valor igual a zero para essa informação.

Abrangência	Quantidade Prestadores	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão (σ)
Local	1.105	0	480	2.405	11.670	9.005	378.000	31.812,9
Microrregional	8	8.473	11.110	19.260	39.280	34.990	158.400	51.116,3
Regional	28	6.019	138.100	554.500	1.196.000	1.666.000	7.985.000	1.716.340,0
Total	1.141	0	516	2.644	40.940	9.838	7.985.000	323.084,2

Tabela 19 - Análise das Informações | Variável AG004 | Quantidade de ligações ativas de água micromedidas (elaboração própria)

5.2.4 AG005 - EXTENSÃO DA REDE DE ÁGUA

Esta variável diz respeito ao comprimento total da malha de distribuição de água, incluindo adutoras, subadutoras e redes distribuidoras e excluindo ramais prediais, operada pelo prestador de serviços, no último dia do ano de referência, expressa em quilômetros (km) (SNIS, 2019). Essa variável está presente no indicador IN050 “Índice bruto de perdas lineares”.

Conforme apresentado na Tabela 20, a informação AG005 não apresentou problemas no preenchimento, ou seja, 100% dos prestadores informaram o valor positivo e maior que zero, como é esperado para a informação. Além disso, observa-se que comportamento é bem distinto dependendo da abrangência da prestadora, como era de se esperar. Os resumos em “Geral” das medidas de posição, como quartis e mediana, refletem o comportamento na maioria dos prestadores que são os locais, porém pouco representam dos prestadores Regionais, uma vez que esses, apesar de serem poucos, possuem área física de atuação muito maior que os demais prestadores. É possível verificar também que existe grande variação nos valores mesmo dentro de cada categoria de abrangência, o que deve a variação do número de habitantes atendidos por cada uma delas.

Abrangência	Quantidade Prestadores	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão (σ)
Local	1.105	1,0	30,0	70,0	196,7	176,6	4.700,0	415,6
Microrregional	8	198,3	225,6	498,9	807,0	885,6	2.734,0	867,0
Regional	28	318,5	3.732,0	7.546,0	15.670,0	21.210,0	75.610,0	19.014,6
Total	1.141	1,0	30,0	75,0	580,8	195,0	75.610,0	3.804,3

Tabela 20 - Análise das Informações | Variável AG005 | Extensão da Rede de Água (elaboração própria)

5.2.5 AG006 – VOLUME DE ÁGUA PRODUZIDO

Essa variável diz respeito ao volume anual de água disponível para consumo, compreendendo a água captada pelo prestador de serviços e a água bruta importada, tratadas na(s) unidade(s) de tratamento do prestador de serviços, medido ou estimado na(s) saída(s) da(s) ETA(s) ou UTS(s) (SNIS, 2019). Essa variável é expressa em 1.000 metros cúbicos por ano (1.000 m³/ano). Ela está presente nos indicadores: IN010 “Índice de micromedição relativo ao volume disponibilizado”, IN013 “Índice de perdas de faturamento”, IN049 “Índice de perdas na distribuição”, IN050 “Índice bruto de perdas lineares”, IN051 “Índice de perdas por ligação”, IN058 “Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água”.

A Tabela 21 apresenta a análise das informações desta variável, indicando que ela foi preenchida por todos os prestadores, sendo que seis deles informaram valor igual a 0 (zero). Também nesse caso os valores de volume de água produzido por prestador a é diretamente proporcional a sua abrangência.

Abrangência	Quantidade Prestadores	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão (σ)
Local	1.105	0,0	312,1	958,0	4.174,0	3.000,0	205.600,0	13.095,1
Microrregional	8	1.856,0	2.723,0	4.891,0	10.190,0	10.550,0	36.590,0	12.288,7
Regional	28	12.490,0	80.270,0	207.500,0	411.700,0	413.800,0	2.800.000,0	617.303,4
Total	1.141	0,0	330,0	1.000,0	14.220,0	3.500,0	2.800.000,0	114.766,6

Tabela 21 - Análise das Informações | Variável AG006 | Volume de Água Produzido (elaboração própria)

5.2.6 AG007 – VOLUME DE ÁGUA TRATADA EM ETAS

Volume anual de água submetido a tratamento, incluindo a água bruta captada pelo prestador de serviços e a água bruta importada (AG016), medido ou estimado na(s) saída(s) da(s) ETA(s). Deve estar computado no volume de água produzido (AG006). Não inclui o volume de água tratada por simples desinfecção em UTS(s) (AG015) e nem o volume importado de água já tratada (AG018). Essa variável é expressa em 1.000 metros cúbicos por ano (1.000 m³/ano).

A informação AG007 foi totalmente preenchida por todos os prestadores e 429 deles informaram valor 0 (zero) porém para essa informação os valores iguais a zero não são indicativos de inconsistência.

Abrangência	Quantidade Prestadores	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão (σ)
Local	1.105	0	0	199	2.932	1.611	203.000	11.625,3
Microrregional	8	283	1.498	3.433	9.265	10.550	36.590	12.905,5
Regional	28	3.873	46.230	137.700	350.000	359.900	2.643.000	571.589,0
Total	1.141	0	0	227	11.490	1.834	2.643.000	103.704,6

Tabela 22 – Análise das Informações | Variável AG007 | Volume de Água Tratada em ETAS (elaboração própria)

5.2.7 AG008 - VOLUME DE ÁGUA MICROMEDIDO

Essa variável diz respeito volume anual de água medido pelos hidrômetros instalados nas ligações ativas de água (AG002). Não deve ser confundido com o volume de água consumido, identificado pelo código AG010, pois nesse último incluem-se, além dos volumes medidos, também aqueles estimados para os usuários de ligações não medidas. O volume da informação AG010 deve ser maior ou igual ao volume da informação AG008 (SNIS, 2019). Essa variável é expressa em 1.000 metros cúbicos por ano (1.000 m³/ano). Ela está presente no indicador IN010 “Índice de micromedição relativo ao volume disponibilizado”.

A Tabela 23, a seguir, apresenta a análise estatística para essa informação. Importante mencionar que 215 prestadores de abrangência local informaram valor igual a zero, que possivelmente trata-se de residências onde o volume de água é apenas estimado, ou seja, onde não é realizada a medição

Abrangência	Quantidade Prestadores	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão (σ)
Local	1.105	0	24	387	2.163	1.440	101.800	6.824,3
Microrregional	8	1.169	1.360	2.915	5.515	5.237	20.310	6.738,0
Regional	28	892	26.390	83.560	200.600	240.400	1.545.000	318.055,2
Total	1.141	0	35	416	7.057	1.664	1.545.000	58.180,2

Tabela 23 - Análise das Informações | Variável AG008 | Volume de Água Micromedido (elaboração própria)

5.2.8 AG010 - VOLUME DE ÁGUA CONSUMIDO

Esta variável refere-se ao volume anual de água consumido por todos os usuários, compreendendo o volume micromedido, o volume de consumo estimado para as ligações desprovidas de hidrômetro ou com hidrômetro (SNIS, 2019). Essa variável está expressa em 1.000 metros cúbicos por ano (1.000 m³/ano). Ela está presente nos indicadores: IN022 “Consumo médio percapita de água”, IN049 “Índice de perdas na distribuição”, IN050 “Índice bruto de perdas lineares” e IN051 “Índice de perdas por ligação”.

A Tabela 24, a seguir, apresenta que as informações foram preenchidas por 100% das prestadoras, sem existência de inconsistências ou informações faltando.

Abrangência	Quantidade Prestadores	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão (σ)
Local	1.105	13,0	241,0	695,0	2.677,0	2.000,0	116.500,0	7.431,6
Microrregional	8	1.392,0	1.646,0	2.938,0	6.003,0	6.149,0	20.420,0	7.009,0
Regional	28	5.092,0	42.350,0	107.300,0	248.400,0	259.600,0	1.796.000,0	405.231,8
Total	1.141	13,0	250,3	750,0	8.731,0	2.249,0	1.796.000,0	73.413,7

Tabela 24 - Análise das Informações | Variável AG010 | Volume de Água Consumido (elaboração própria)

5.2.9 AG011 - VOLUME DE ÁGUA FATURADO

Esta variável diz respeito ao volume anual de água debitado ao total de economias (medidas e não medidas), para fins de faturamento (SNIS, 2019). Essa variável está expressa em 1.000 metros cúbicos por ano (1.000 m³/ano). Ela está presente no indicador IN013 “Índice de perdas faturamento”.

A Tabela 25, a seguir, apresenta que 100% dos prestadores responderam essa informação, porém com inconsistências. 113 prestadores de abrangência local informaram zero para essa variável sendo dessas, 106 eram prefeituras localizadas em diferentes estados brasileiros.

Abrangência	Quantidade Prestadores	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão (σ)
Local	1.105	0,0	168,2	600,0	2.680,0	1.970,0	102.500,0	7.712,5
Microrregional	8	1.308,0	1.787,0	3.303,0	7.315,0	6.331,0	29.060,0	9.812,8
Regional	28	4.379,0	51.350,0	115.800,0	256.000,0	272.400,0	2.095.000,0	416.566,4
Total	1.141	0,0	179,6	650,4	8.928,0	2.210,0	2.095.000,0	75.529,5

Tabela 25 - Análise das Informações | Variável AG011 | Volume de Água Faturado (elaboração própria)

5.2.10 AG018 - VOLUME DE ÁGUA TRATADA IMPORTADO

Esta variável diz respeito ao volume anual de água potável, previamente tratada (em ETA(s) ou em UTS(s)), recebido de outros agentes fornecedores (SNIS, 2019). Essa variável está expressa em 1.000 metros cúbicos por ano (1.000 m³/ano). Ela está presente nos indicadores: IN010 “Índice de micromedição relativo ao volume disponibilizado”, IN013 “Índice de perdas faturamento”, IN049 “Índice de perdas na distribuição”, IN050 “Índice bruto de perdas lineares”, IN051 “Índice de perdas por ligação” e IN058 “Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água”

A Tabela 26, a seguir, apresenta que 100% dos prestadores preencheram essa variável, porém, como pode ser observado poucos prestadores apresentam valores maior que zero para essa informação (indicado a partir da análise do terceiro quartil, que está como zero para todos). Especificamente, apenas 116 prestadores, sendo 110 de abrangência local e 6 de abrangência regional, responderam com valores diferente de zero, indicando que a maior parte dos prestadores não utilizam água importada.

Abrangência	Quantidade Prestadores	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão (σ)
Local	1.105	0,0	0,0	0,0	412,0	0,0	111.900,0	4.897,6
Microrregional	8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Regional	28	0,0	0,0	0,0	999,6	0,0	22.500,0	4.266,3
Total	1.141	0,0	0,0	0,0	423,5	0,0	111.900,0	4.865,2

Tabela 26 - Análise das Informações | Variável AG018 | Volume de Água Tratada Importado (elaboração própria)

5.2.11 AG019 – VOLUME DE ÁGUA TRATADA EXPORTADO

Trata-se do volume anual de água potável, previamente tratada (em ETA(s) - AG007 ou em UTS(s) - AG015), transferido para outros agentes distribuidores. Deve estar computado nos volumes de água consumido (AG010) e faturado (AG011), nesse último caso se efetivamente ocorreu faturamento. A receita com a exportação de água deve estar computada em receita operacional direta de água exportada (bruta ou tratada), informação FN007. Para prestadores de serviços de abrangência regional (X004) e microrregional (X003), nos formulários de dados municipais (informações desagregadas), o volume de água tratada exportado deve corresponder ao envio de água para outro prestador de serviços ou para outro município do próprio prestador. Nos formulários das informações agregadas, o volume de água tratada exportado deve corresponder apenas ao envio de água para outro prestador de serviços (SNIS, 2019). Essa variável está expressa em 1.000 metros cúbicos por ano (1.000 m³/ano). Ela está presente nos indicadores: IN010 “Índice de micromedição relativo ao volume disponibilizado” e IN022 “Consumo médio percapita de água”.

A Tabela 28 apresenta que para essa informação apenas 49 prestadores de serviço informaram valores diferentes de zero, sendo 41 prestadores locais e 8 regionais e, portanto, na Tabela 27 que leva em consideração a base completa, observa-se a predominância de valores iguais a zeros.

Abrangência	Quantidade Prestadores	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão (σ)
Local	1.105	0	0	0	43	0	16.250	580,5
Microrregional	8	0	0	0	0	0	0	0,0
Regional	28	0	0	0	12.590	220	249.600	48.707,8
Total	1.141	0	0	0	351	0	249.600	7.764,6

Tabela 27 - Análise das Informações | Variável AG019 | Volume de Água Tratada Exportada | Prestadores que informaram valor igual a zero (elaboração própria)

Abrangência	Quantidade Prestadores	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão (σ)
Local	41	1	20	233	1.162	945	16.250	2.822,9
Regional	8	166	383	2.898	44.070	34.260	249.600	86.980,5
Total	49	1	29	310	8.167	1.368	249.600	36.968,8

Tabela 28 - Análise das Informações | Variável AG019 | Volume de Água Tratada Exportada | Prestadores que informaram valor maior que zero (elaboração própria)

5.2.12 AG024 - VOLUME DE SERVIÇO

Valor da soma dos volumes anuais de água usados para atividades operacionais e especiais, acrescido do volume de água recuperado (SNIS, 2019). Essa variável está expressa em 1.000 metros cúbicos por ano (1.000 m³/ano). Ela está presente nos indicadores: IN010 “Índice de micromedição relativo ao

volume disponibilizado”, IN013 “Índice de perdas faturamento”, IN049 “Índice de perdas na distribuição”, IN050 “Índice bruto de perdas lineares” e IN051 “Índice de perdas por ligação”.

Como pode ser visto na Tabela 29, 334 prestadores não responderam essa informação e um número expressivo de prestadores indicaram zero no sistema. Nesse sentido, a Figura 16 ilustra, em termos de percentuais, o comportamento de preenchimento, apresentando que 807 (50,6%) prestadores apresentaram número maior que zero, 455 (28,5%) menor que zero e 334 (20,9%) não informaram. Diante disso, é recomendável verificar o motivo pelo qual esses valores não estão sendo reportados.

Abrangência	Quantidade Prestadores	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão (σ)	Não Informado
Local	777	0,0	0,0	0,0	300,0	28,0	45.120,0	2.453,5	328
Microrregional	5	0,0	90,6	204,7	1.438,0	1.559,0	5.337,0	2.270,5	3
Regional	25	0,0	538,1	1.842,0	11.270,0	4.828,0	161.200,0	32.490,1	3
Total	807	0,0	0,0	0,0	646,8	35,8	161.200,0	6.393,1	334

Tabela 29 - Análise das Informações | Variável AG024 | Volume de Serviço (elaboração própria)

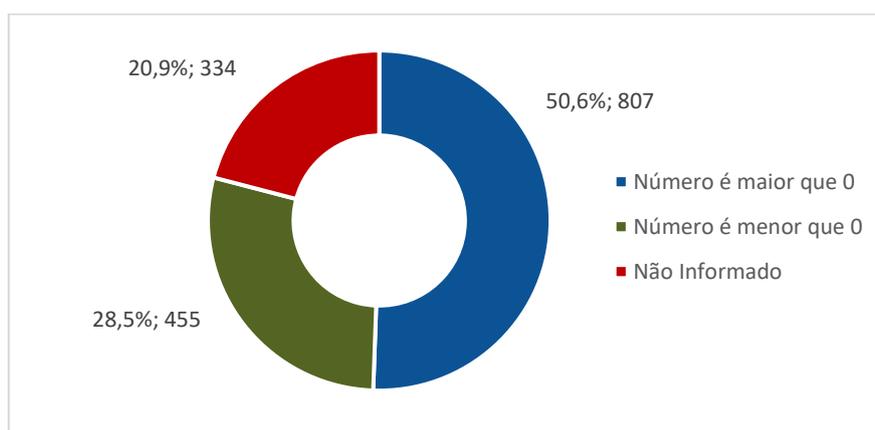


Figura 16 - Análise das Inconsistências | Variável AG024 | Volume de Serviço (elaboração própria)

5.2.13 AG028 - CONSUMO TOTAL DE ENERGIA ELÉTRICA NOS SISTEMAS DE ÁGUA

Esta variável apresenta a quantidade anual de energia elétrica consumida nos sistemas de abastecimento de água, incluindo todas as unidades que compõem os sistemas, desde as operacionais até as administrativas (SNIS, 2019). Essa variável é expressa em mil quilowatt hora por ano (1.000 kWh/ano). Ela está presente nos indicadores: IN058 “Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água”, IN060 “Índice de despesas por consumo de energia elétrica nos sistemas de água e esgotos”.

A Tabela 30, a seguir, indica que há um quantidade expressiva de prestadores que deixaram de informar essa variável ao SNIS, conforme ilustrado na Figura 17, em termos percentuais do total da base. Além do não preenchimento, 55 prestadores informaram consumo de energia igual a zero.

Abrangência	Quantidade Prestadores	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão (σ)	Não Informado
Local	836	0,0	169,1	589,2	3.651,0	2.372,0	145.800,0	11.029,3	269
Microrregional	6	848,8	1.508,0	3.695,0	11.720,0	18.190,0	38.270,0	15.383,8	2
Regional	27	4.687,0	61.490,0	184.400,0	311.400,0	357.800,0	1.958.000,0	419.091,7	1
Total	869	0,0	183,0	648,0	13.270,0	2.987,0	1.958.000,0	90.734,7	272

Tabela 30 - Análise das Informações | Variável AG028 | Consumo Total de Energia Elétrica nos Sistemas de Água (elaboração própria)

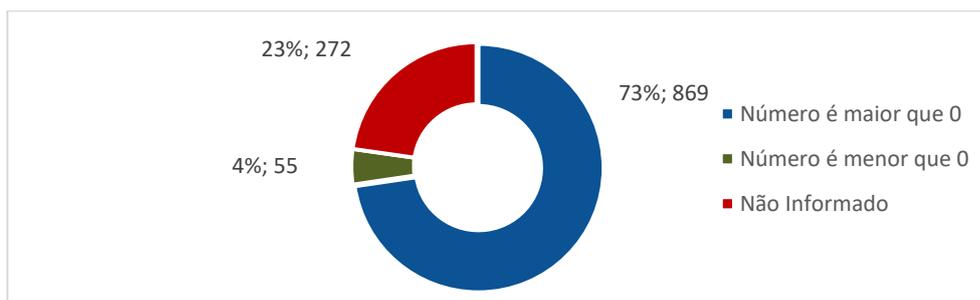


Figura 17 - Análise das Inconsistências | Variável AG028 | Consumo Total de Energia Elétrica nos Sistemas de Água (elaboração própria)

5.2.14 ES005 – VOLUME DE ESGOTOS COLETADOS

Volume anual de esgoto lançado na rede coletora. Em geral é considerado como sendo de 80% a 85% do volume de água consumido na mesma economia. Não inclui volume de esgoto bruto importado (ES013). Essa variável é expressa em 1.000 metros cúbicos por ano (1.000 m³/ano). Ela está presente no indicador IN059 “Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário”.

A informação foi totalmente preenchida por todas os prestadores do serviço, como pode ser visto na Tabela 31, e todos informaram valores diferentes de zero, o que era esperado para essa informação, indicando consistência no preenchimento.

Abrangência	Quantidade Prestadores	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão (σ)
Local	1.108	0,7	167,1	480,0	2.118,0	1.387,0	174.800,0	7.723,9
Microrregional	8	44,6	205,8	1.291,0	4.444,0	3.816,0	21.440,0	7.487,3
Regional	26	1.151,0	14.020,0	31.780,0	133.000,0	114.800,0	1.168.000,0	250.334,1

Tabela 31 - Análise das Inconsistências | Variável ES005 | Volume de Esgotos Coletados (elaboração própria)

5.2.15 ES007 – VOLUME DE ESGOTOS FATURADO

Volume anual de esgoto debitado ao total de economias, para fins de faturamento. Em geral é considerado como sendo um percentual do volume de água faturado na mesma economia. Inclui o volume anual faturado decorrente da importação de esgotos (ES013). As receitas operacionais correspondentes devem estar computadas nas informações FN003 (debitadas em economias na área

de atendimento pelo prestador de serviços) e FN038 (para o volume anual de esgotos recebido de outro prestador de serviços). Essa variável é expressa em 1.000 metros cúbicos por ano (1.000 m³/ano).

Novamente verifica-se que essa informação não apresentou problemas de falta de informação, sendo preenchida por todos os prestadores da base, com valores maiores que zero para apenas 566 (49,6%) do total de 1142 prestadores de serviço.

Abrangência	Quantidade Prestadores	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão (σ)
Local	1.108	0	0	0	1.678	801	76.030	6.131,4
Microrregional	8	0	143	336	4.269	1.962	29.070	10.058,9
Regional	26	1.250	14.790	38.280	148.900	137.100	1.639.000	324.964,8
Total	1.142	0	0	0	5.047	950	1.639.000	53.229,0

Tabela 32 – Análise das Inconsistências | Variável ES007 | Volume de Esgotos Faturado (elaboração própria)

5.2.16 ES026 – POPULAÇÃO URBANA ATENDIDA COM ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Valor da população urbana beneficiada com esgotamento sanitário pelo prestador de serviços, no último dia do ano de referência. Corresponde à população urbana que é efetivamente atendida com os serviços. Caso o prestador de serviços não disponha de procedimentos próprios para definir, de maneira precisa, essa população, o mesmo poderá estimá-la utilizando o produto da quantidade de economias residenciais ativas de esgoto (ES008), na zona urbana, multiplicada pela taxa média de habitantes por domicílio do respectivo município, obtida no último Censo ou Contagem de População do IBGE. Quando isso ocorrer, o prestador de serviços deverá abater da quantidade de economias residenciais ativas de esgoto, existentes na zona urbana, o quantitativo correspondente aos domicílios atendidos e que não contam com população residente. Como, por exemplo, domicílios utilizados para veraneio, domicílios utilizados somente em finais de semana, imóveis desocupados, dentre outros. Assim o quantitativo de economias residenciais ativas a ser considerado na estimativa populacional normalmente será inferior ao valor informado em ES008, considerando a área urbana. ES026 não deve ser confundida com a população urbana residente dos municípios com esgotamento sanitário, identificada pelo código G06b. A população ES026 deve ser menor ou igual à população da informação G06b. Essa variável é expressa em número de habitantes.

Observa-se na Tabela 33 que apenas um prestador deixou de preencher a informação e apenas seis deles responderam com valor igual a zero.

Abrangência	Quantidade Prestadores	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão (σ)	Não Informado
Local	1.107	0	2.993	7.230	32.910	20.530	1.342.000	103.472,8	1
Microrregional	8	1.071	4.262	17.410	65.600	69.370	281.200	101.908,9	0
Regional	26	22.590	315.600	685.200	2.637.000	2.405.000	24.560.000	641.579,4	0

Total	1.141	0	3.000	7.550	92.480	22.120	24.560.000	846.961,1	1
--------------	-------	---	-------	-------	--------	--------	------------	-----------	---

Tabela 33 - Análise das Informações | Variável ES026 | População Urbana Atendida com Esgotamento Sanitário (elaboração própria)

5.2.17 ES028 - CONSUMO TOTAL DE ENERGIA ELÉTRICA NOS SISTEMAS DE ESGOTOS

Esta variável apresenta a quantidade anual de energia elétrica consumida nos sistemas de esgotamento sanitário, incluindo todas as unidades que compõem os sistemas, desde as operacionais até as administrativas. Essa variável é expressa em mil quilowatt hora por ano (1.000 kWh/ano). Ela está presente nos indicadores: IN059 “Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário” e IN060 “Índice de despesas por consumo de energia elétrica nos sistemas de água e esgotos”.

Assim como apresenta a Tabela 34, 280 prestadores que fornecem serviço de esgoto não preencheram essa variável, além de 306 prestadores que informaram consumo igual a zero. A Figura 18 ilustra em termos de percentuais o comportamento de preenchimento dessa informação. Nesse sentido, por se tratar de informação de grande importância, é recomendável verificar o motivo da não informação.

Abrangência	Quantidade Prestadores	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão (σ)	Não Informado
Local	830	0,0	0,0	10,0	513,3	161,6	36.510,0	2.180,9	278
Microrregional	7	0,0	61,1	170,0	1.449,0	1.180,0	7.487,0	2.748,7	1
Regional	25	14,2	4.570,0	19.530,0	38.540,0	30.390,0	440.600,0	86.825,7	1
Total	862	0,0	0,0	12,9	1.624,0	200,0	440.600,0	15.985,5	280

Tabela 34 - Análise das Informações | Variável ES028 | Consumo Total de Energia Elétrica nos Sistemas de Esgotos (elaboração própria)

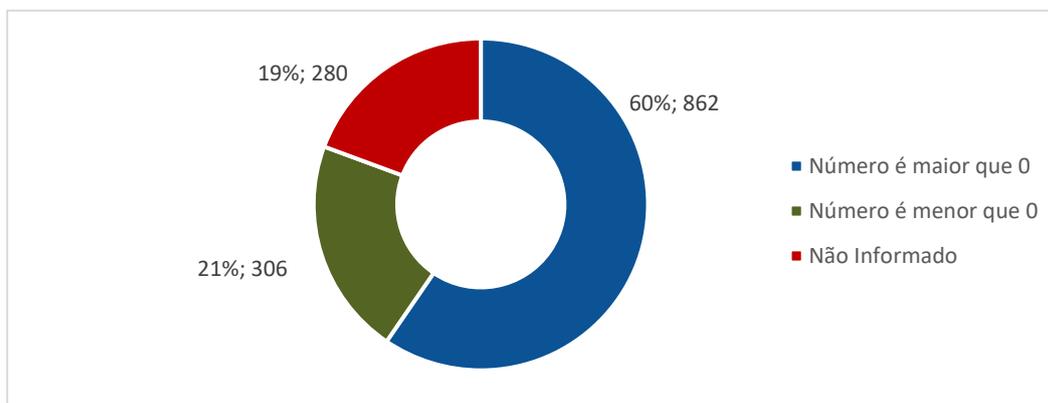


Figura 18 - Análise das Inconsistências | Variável ES028 | Consumo Total de Energia Elétrica nos Sistemas de Esgotos (elaboração própria)

5.2.18 FN013 - DESPESA COM ENERGIA ELÉTRICA

Esta variável trata-se do valor anual das despesas realizadas com energia elétrica nos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, incluindo todas as unidades do prestador de serviços, desde as operacionais até as administrativas (SNIS, 2019). Essa variável é expressa em reais por

ano (R\$/ano). Ela está presente nos indicadores: IN037 “Participação da despesa com energia elétrica nas despesas de exploração” e IN060 “Índice de despesas por consumo de energia elétrica nos sistemas de água e esgotos”.

Na Tabela 35 é possível observar que 100% dos prestadores preencheram essa variável, mesmo aqueles que não informaram os valores nas variáveis de consumo de energia elétrica em sistemas de água e esgoto (AG0028 e ES028). Entretanto, 215 prestadores declararam valor igual a zero para essa variável.

Abrangência	Quantidade Prestadores	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão (σ)
Local	1.532	0,0	9.059,0	144.400,0	1.199.000,0	605.600,0	72.280.000,0	4459141
Microrregional	8	554.300,0	1.544.000,0	2.241.000,0	5.294.000,0	4.508.000,0	21.630.000,0	7254588
Regional	28	3.010.000,0	25.790.000,0	92.310.000,0	153.800.000,0	181.900.000,0	959.400.000,0	205000179
Total	1.568	0,0	10.230,0	155.700,0	3.945.000,0	662.800,0	959.400.000,0	33.948.640,0

Tabela 35 - Análise das Informações | Variável FN013| Despesa com Energia Elétrica (elaboração própria)

5.2.19 FN015 - DESPESAS DE EXPLORAÇÃO (DEX)

Esta variável apresenta o valor anual das despesas realizadas para a exploração dos serviços, compreendendo Despesas com Pessoal, Produtos Químicos, Energia Elétrica, Serviços de Terceiros, Água Importada, Esgoto Exportado, Despesas Fiscais ou Tributárias computadas na DEX, além de Outras Despesas de Exploração (SNIS, 2019). Essa variável é expressa em reais por ano (R\$/ano). Ela está presente no indicador IN037 “Participação da despesa com energia elétrica nas despesas de exploração”.

A Tabela 36 apresenta que 100% dos prestadores preencheram essa variável e apenas um informou o valor de despesas igual a zero.

Abrangência	Quantidade Prestadores	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão (σ)
Local	1.532	0,0	152.800,0	526.900,0	7.066.000,0	2.607.000,0	668.300.000,0	29.985.753,0
Microrregional	8	1.911.000,0	6.699.000,0	11.420.000,0	27.990.000,0	27.890.000,0	107.600.000,0	37.417.953,0
Regional	28	14.170.000,0	192.000.000,0	562.600.000,0	1.131.000.000,0	1.718.000.000,0	7.616.000.000,0	1.543.281.288,0
Total	1.568	0,0	155.500,0	564.200,0	27.240.000,0	3.070.000,0	7.616.000.000,0	253.166.872,0

Tabela 36 - Análise das Informações | Variável FN015| Despesas de Exploração (DEX) (elaboração própria)

5.3 REFERÊNCIAS LITERATURA NACIONAL

A partir do estudo e análise de materiais nacionais, foram levantados possíveis indicadores que poderiam ser aplicáveis ao setor Saneamento.

Os indicadores operacionais de eficiência energética são obtidos a partir de valores medidos das grandezas elétricas (potência, tensão, corrente e fator de potência) e hidráulicas (vazão e altura manométrica). Para obtenção dos valores das grandezas elétricas e hidráulicas são necessários

medidores especificados apropriadamente, com valores nominais e precisão compatíveis com as grandezas a medir e localizados de forma a permitir a caracterização inequívoca da grandeza desejada.

Os indicadores financeiros ligados ao desempenho dos sistemas de bombeamento são o Custo Médio da Energia Elétrica (R\$/MWh) e o custo médio da energia elétrica por metro cúbico bombeado (R\$/1000 m³). Embora medidas de eficiência energética venham a se refletir nesses indicadores, eles refletem também o efeito das modalidades de contratação do fornecimento da energia, não sendo, por isso, indicadores tão somente de eficiência do uso da energia.

5.3.1 Indicador consumo de energia pelo número de ligações ativas e número de dias avaliado (ROSS et al., 2017)

ID	IN001
Resumo	Indicador que relaciona a energia elétrica consumida em relação a cada ligação ativa do sistema
Classificação Indicadores	Operacionais
Aplicação	Energético
Componentes	Água
Unidade	kWh/ligação/dia

Tabela 37 - Indicador consumo de energia pelo número de ligações ativas e número de dias avaliado (ROSS et al., 2017)

5.3.2 Indicador custo total da fatura (ROSS et al., 2017)

ID	IN002
Resumo	Custo total da fatura
Classificação Indicadores	Econômico financeiros e administrativos
Aplicação	Não energético
Componentes	Água
Unidade	R\$/m ³ /1000

Tabela 38 - Indicador custo total da fatura (ROSS et al., 2017)

5.3.3 Índice de Uso na Ponta (ROSS et al., 2017)

ID	IN003
Resumo	Índice de Uso na Ponta - relação ponderada entre a quantidade de horas de consumo na ponta e de fora de ponta de uma ETA ou ETE
Classificação Indicadores	Operacionais
Aplicação	Energético
Componentes	Água e esgoto
Unidade	$Uso\ ponta = \frac{(21 \times consumo\ ponta)}{(3 \times consumo\ fora\ ponta)} = kWh$

Tabela 39 - Índice de Uso na Ponta (ROSS et al., 2017)

5.3.4 Indicador de consumo de energia em cada unidade consumidora do sistema (QUEIROZ, 2017)

ID	IN004
Resumo	Consumo de energia em cada unidade consumidora do sistema
Classificação Indicadores	Operacionais
Aplicação	Energético
Componentes	Água e esgoto
Unidade	kWh

Tabela 40 - Indicador de consumo de energia em cada unidade consumidora do sistema (QUEIROZ, 2017)

5.3.5 Indicador de desempenho de reparos e equipamentos (NICOLA, 2018)

ID	IN005
Resumo	Indicadores de desempenho de reparos e equipamentos
Classificação Indicadores	Operacionais
Aplicação	Não energético
Componentes	Água e esgoto
Unidade	Disponibilidade, confiabilidade, qualidade e tempo médio de reparos dos equipamentos e componentes das estações de bombeamento

Tabela 41 - Indicador de desempenho de reparos e equipamentos (NICOLA, 2018)

5.3.6 Indicador de Consumo Específico de Energia Elétrica Normalizado – CEN (NICOLA, 2018)

ID	IN006
Resumo	Consumo Específico de Energia Elétrica Normalizado – CEN Estabelece um parâmetro para comparação do desempenho de conjuntos motobombas diferentes, que serve como uma medida indireta do rendimento médio dos conjuntos
Classificação Indicadores	Operacionais
Aplicação	Hidroenergético
Componentes	Água e esgoto
Unidade	$CEN = (\text{Consumo de energia} / \text{Volume bombeado}) \times (100 / H_{man})$

Tabela 42 - Indicador de Consumo Específico de Energia Elétrica Normalizado – CEN (NICOLA, 2018)

5.3.7 Indicador de Fator de Carga (NICOLA, 2018)

ID	IN007
Resumo	Um baixo FC é penalizado pelo sistema tarifário, pois indica que a demanda contratada está elevada em relação à demanda média medida, ou seja, a operadora paga uma demanda que não utiliza. Elevar o FC tão próximo da unidade quanto possível pode proporcionar economia substancial na conta de energia
Classificação Indicadores	Operacionais
Aplicação	Energético
Componentes	Água e esgoto
Unidade	$FC = \text{Consumo do período (kWh)} / [\text{Demanda contratada (kW)} \times \text{no de horas período (h)}]$

Tabela 43 - Indicador de Fator de Carga (NICOLA, 2018)

5.3.8 Indicador de Custo Médio de Energia Elétrica por Metro Cúbico Bombeado (NICOLA, 2018)

ID	IN008
Resumo	Custo Médio da Energia Elétrica por Metro Cúbico Bombeado - sua melhoria se traduz em ganhos financeiros para o operador
Classificação Indicadores	Econômico financeiros e administrativos
Aplicação	Não energético
Componentes	Água e esgoto
Unidade	R\$/1000 m ³

Tabela 44 - Indicador de Custo Médio de Energia Elétrica por Metro Cúbico Bombeado (NICOLA, 2018)

5.4 REFERÊNCIAS INTERNACIONAIS

5.4.1 Aquarating

É uma iniciativa criada pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e a International Water Association (IWA) para o fortalecimento dos processos de transformação e aperfeiçoamento da gestão das empresas prestadoras de serviços de água e saneamento. Ele é baseado em um padrão internacional para a caracterização e avaliação das empresas, por meio de indicadores de gestão e das práticas aplicadas em 8 áreas que integram os diferentes processos da cadeia de valor.

O AquaRating é aplicado em algumas modalidades, apresentadas na Figura 19, a seguir. O objetivo é que ele possa ser um modelo de referência para diferentes atores, como reguladores, instituições governamentais, agentes de cooperação para desenvolvimento, financiadores e outros.



Figura 19 - Modalidades de Aplicação do AquaRating (Krause et al, 2018)

O modelo de aplicação AquaRating apresenta dois principais produtos: a Caracterização AquaRating (não auditada) e a Certificação AquaRating.

5.4.2 Indicadores Aquarating

Os indicadores apresentados na Tabela 45, a seguir, pertencem a categoria de eficiência na operação, apresentados em indicadores e práticas.

Indicador/Prática	Resumo	Aplicação	Componentes	Unidade
Indicador	Eficiência em Remoção de Poluição	Energético	Esgoto	kWh/Kg
Prática	Auditorias nas instalações consumidoras a cada 5 anos	-	Água e esgoto	-
Prática	Implementação de 90% das medições e recomendações resultantes das auditorias.	-	Água e esgoto	-
Prática	Planos de otimização do consumo energético na operação	-	Água e esgoto	-
Prática	Otimização energética na fase de projeto de infraestruturas e equipamentos.	-	Água e esgoto	-
Prática	Otimização energética na fase de planejamento da operação das instalações	-	Água e esgoto	-
Prática	Plano de melhoria e redução dos consumos de energia nas unidades, com objetivos anuais.	-	Água e esgoto	-

Indicador	kWh consumido/kWh gerado	-	Água e esgoto	-
------------------	--------------------------	---	---------------	---

Tabela 45 - Indicadores Aquarating (Krause et al, 2018)

5.5 WATER AND WASTEWATER BENCHMARK

O European Benchmarking Co-operation (EBC Foundation) opera um programa internacional de benchmarking e apoia serviços de abastecimento e saneamento a melhorarem os serviços através do aprendizado. A fundação é estruturada nos Países Baixos e conta com um Conselho de representantes da FIWA (Finlândia), Norsk Vann (Noruega) e Vewin (Países Baixos), EurEau (Federação Nacional de Associações de Serviços de Água) e o Danube Water Program (uma cooperação do Banco Mundial com IAWD da região do Danúbio).

A participação no programa de benchmarking da EBC é voluntária. O programa é alinhado com a estrutura da IWA/AWWA de benchmarking e aplica o IWA Performance Indicator System para padronização. As áreas de avaliação de performance são: acesso, qualidade da água, confiabilidade do serviço, qualidade do serviço, sustentabilidade, finanças e eficiência. Para garantir alta qualidade dos dados a EBC trabalha com os serviços participantes para coletar os dados, a qualidade dos dados e o relatório da performance. Essa avaliação pode ser feita em três níveis: básico, médio e avançado. O EBC também oferece workshops para os serviços aprenderem como melhorar a performance. O exercício de benchmarking de 2019 teve 43 serviços de água de 18 países na Europa Ocidental com quatro países participando de fora da Europa (Dubai, EUA, Cingapura e Oman)

5.5.1 Indicadores Water and Wastewater Benchmark

Indicador/Prática	Resumo	Aplicação	Componentes	Unidade
Indicador	Uso de energia para abastecimento de água	Energético	Água	kWh/ m ³ vendido
Indicador	Energia consumida versus recuperada	Energético	Esgoto	kWh consumido/kWh recuperado por biodigestores
Indicador	Consumo de energia na planta de tratamento	Energético	Água	kWh/população equivalente servida/ano

Tabela 46 - Indicadores Water and Wastewater Benchmark

5.6 ECAM – ENERGY PERFORMANCE AND CARBON EMISSIONS ASSESSMENT AND MONITORING TOOL

O Energy Performance and Carbon Emissions Assessment and Monitoring Tool (ECAM) é uma ferramenta desenhada para avaliar as emissões de carbono nos serviços de abastecimento e saneamento de água. O objetivo da ferramenta é preparar este setor para necessidades futuras de

relatar emissões de carbono. O ECAM é uma ferramenta gratuita e aberta que faz parte do WaCCliM (Water and Wastewater Companies for Climate Mitigation) desenvolvido em parceria pela International Water Association (IWA) e Deutsche Gesellschaft für International Zusammenarbeit (GIZ). A ferramenta permite que os prestadores de serviços avaliem o uso de energia e emissões de gases de efeito estufa e indica em que área é possível reduzir o uso de energia, reduzir os custos e as emissões considerando o ciclo d'água inteiro. A avaliação pode ser feita em dois níveis. O nível A produz uma avaliação dos GEE dividida pelos sistemas de abastecimento e saneamento e pelas fontes das emissões (eletricidade, CH₄ e N₂O por exemplo). O nível B produz uma avaliação específica das fases diferentes (produção e distribuição de água incluindo um benchmarking de eficiência das bombas, coleta de esgoto, tratamento de esgoto e efluente. A ferramenta apresenta os resultados de forma simples que permite o desenvolvimento de ações para redução das emissões.

5.6.1 Indicadores ECAM

Indicador/Prática	Resumo	Aplicação	Componentes	Unidade
Indicador	Consumo de energia por água abstraída	Hidroenergético	Água e esgoto	kWh/m ³
Indicador	Consumo de energia por água injetada	Hidroenergético	Água e esgoto	kWh/m ³
Indicador	Consumo de energia por água tratada	Hidroenergético	Água e esgoto	kWh/m ³
Indicador	Consumo de energia por água distribuída (vendida)	Hidroenergético	Água e esgoto	kWh/m ³
Indicador	Unit head loss	Não energético	Água e esgoto	m/km
Indicador	Eficiência eletromecânica da bomba	Não energético	Água e esgoto	%
Indicador	Eficiência Energética de Instalações Elevatórias	Hidroenergético	Água e esgoto	kWh/m ³ /100m

Tabela 47 - Indicadores ECAM

5.7 IBNET/BANCO MUNDIAL

A base de dados do International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities é a maior base de dados para prestadores de serviços de abastecimento e saneamento. Financiado pelo Banco Mundial, esta rede IBNET apoia a definição de indicadores, facilita a criação de benchmarks regionais ou nacionais e facilita a comparação de performance. O objetivo do IBNET é facilitar a otimização dos serviços que não sofrem com competição e por isso muitas vezes não melhoram a sua performance. O IBNET inclui uma base de dados de tarifas de água e saneamento em parceria com o Global Water Intelligence (GWI).

5.7.1 Indicadores IBNET/BANCO MUNDIAL

Conforme mostrado na Tabela 48, a seguir, o IBNET apresenta indicadores de consumo de energia por água distribuída (vendida) e Custos de Eletricidade.

Indicador/Prática	Resumo	Aplicação	Componentes	Unidade
Indicador	Consumo de energia por água distribuída (vendida)	Hidroenergético	Água e esgoto	kWh/m ³ vendido
Indicador	Custos de Eletricidade	Não energético	Água e esgoto	Custos de energia (R\$)/custo operacional total (R\$)

Tabela 48 - Indicadores IBNET/BANCO MUNDIAL

5.8 ENERGY STAR

Programa Energy Star é um programa do Departamento de Energia (DOE) e da Agência de Proteção Ambiental (EPA) dos Estados Unidos. Esse programa oferece, entre outras ferramentas e recursos que enfatizam a gestão de energia, o Portfolio Manager, uma ferramenta que permite que prestadores de serviços de abastecimento e saneamento de água façam o benchmark da intensidade de uso energético das plantas de tratamento de água e saneamento de água. O portfólio tem centenas de métricas e uma nota de avaliação (performance score). A avaliação para plantas de tratamento de esgoto é baseada em um estudo do Water Research Foundation (WRF), que colheu números estatisticamente representativos de todas as plantas dos EUA. A avaliação, que tem uma escala de 1-100, é baseada no consumo energético por volume de m³ afluyente. A relação entre o uso de energia por m³ afluyente e o uso de energia previsto por afluyente determina a nota de avaliação. Os dados necessários para esta avaliação são:

- Uso de energia de todas as fontes (mensais)
- Média de afluyente diário (milhões de galões/dia)
- Média de concentração de DBO (Demanda Biológica de Oxigênio) afluyente (média de 12 meses mg/l)
- Média de concentração de DBO (Demanda Biológica de Oxigênio) efluyente (média de 12 meses mg/l)
- Quociente de vazão no projeto da planta
- Processo de filtração para remoção de matéria orgânica (sim/não)
- Remoção de nutrientes (sim/não)

Por enquanto, não há uma nota de avaliação para sistemas de abastecimento de água devido ao número elevado de variáveis nos dados do estudo do WRF, particularmente relacionadas aos sistemas de distribuição. No entanto, é possível comparar o uso energético por volume à média nacional. Para isso, os dados necessários são:

- Uso de energia de todas as fontes (mensais)
- Média de afluente diário (milhões de galões/dia)
- Informações sobre a planta

O estudo da WRF demonstrou que IUE tem mais correlação com vazão do que com outra variável como BOD removido, por exemplo. O Portfolio Manager também permite a avaliação de emissões de gases de efeito estufa e economias de custo com projetos de energia.

5.8.1 Indicadores Energy Star

Indicador/Prática	Resumo	Aplicação	Componentes	Unidade
Indicador	Intensidade de Uso Energético	Hidroenergético	Água e esgoto	kWh/m ³

Tabela 49 - Indicadores Energy Star

5.8.2 Referências internacionais

Indicador/Prática	Resumo	Aplicação	Componentes	Unidade
Indicador	Eficiência Operacional das Bombas	Não energético	Água e esgoto	% de capacidade de bomba utilizada
Indicador	Eficiência Energética de Instalações Elevatórias	Hidroenergético	Água e esgoto	kWh/m ³ /100m
Indicador	Energia consumida versus recuperada	Energético	Água e esgoto	kWh consumido/kWh recuperado
Indicador	Energia consumida versus reativa	Energético	Água e esgoto	kWh consumido/kWh reativo consumido
Indicador	Custos de Eletricidade	Não energético	Água e esgoto	Custos de energia elétrica (R\$)/custos operacionais (R\$)

Tabela 50 – Indicadores do IWA (IWA, s/d)

Indicador/Prática	Resumo	Aplicação	Componentes	Unidade
Indicador	Consumo de energia na planta de tratamento	Hidroenergético	Esgoto	kWh/esgoto tratado m ³
Indicador	Consumo de energia na planta de tratamento	Energético	Esgoto	kWh/população equivalente servida/ano
Indicador	Eficiência em Remoção de Poluição	Energético	Esgoto	kWh/carência química de oxigênio (COD load removal)

Tabela 51 – Indicadores ENERWATER (ENERWATER, 2015)

6 ANÁLISES E AVALIAÇÕES SOBRE OS SISTEMAS DE GERENCIAMENTO E INDICADORES

6.1 ANÁLISE DOS SISTEMAS DE GERENCIAMENTO

Conforme informado no site SNIS, os dados que compõem as bases para o componente Água e Esgotos e Resíduos sólidos agrupam-se segundo três bases: dados agregados, dados desagregados e dados municipais. A descrição de cada uma pode ser vista na Tabela 52 a seguir:

Tipo de Base de Dados	Descrição
Base de dados agregados	A base agregada contém as informações coletadas por meio dos formulários específicos e corresponde ao valor de cada campo para o conjunto de municípios atendidos por um determinado prestador. Assim, a quantidade de ligações totais de água, por exemplo, é a soma dos valores individuais de cada município em que um prestador de serviços opera. Esta agregação acontece para os prestadores de serviços de abrangência regional e microrregional , que atendem a dois ou mais municípios. Os mesmos formulários são também preenchidos pelos prestadores de serviços de abrangência local , embora atendam a um único município.
Base de dados desagregados	A base desagregada se aplica aos prestadores de serviços de abrangência regional e microrregional . Ela contém as informações preenchidas pelos prestadores de serviços em formulários específicos para dados desagregados, e corresponde ao valor individual de cada campo, para cada município atendido. Para prestadores de serviços locais as informações agregadas e desagregadas são as mesmas.
Base de dados municipais	As bases de dados municipais não são coletadas dos prestadores, mas consolidadas pelo SNIS a partir das bases agregadas e desagregada.

Tabela 52 - Agrupamento de dados para os componentes Água e Esgoto e Resíduos Sólidos

Sobre a forma de coleta das informações, o SNIS esclarece que encaminha ofício solicitando o fornecimento das informações para todos os prestadores de serviços do país, alcançando, portanto, a todos os municípios do Brasil.

Como mencionado pelo SNIS não existe obrigatoriedade no fornecimento das informações, porém, conforme explicado no relatório:

"a adimplência com o fornecimento dos dados é condição para que os prestadores possam acessar recursos de investimentos no âmbito do órgão responsável pela Política de Saneamento do Governo Federal, sendo atualmente a Secretaria Nacional de Saneamento – SNS do Ministério do Desenvolvimento Regional – MDR. A adimplência é concedida ao prestador de serviços e é extensiva ao município em que o prestador opera, sendo publicada anualmente no site do SNIS" (SNIS, 2018)

Sobre a forma de coleta de dados, o SNIS também esclarece em seu relatório de diagnóstico que essas informações são coletadas exclusivamente via web pelo sistema denominado SNISWeb, em que

cada responsável pelo prestador de serviço possui login e senha de acesso para preenchimento das informações. É informado que esse sistema possui dispositivo de análise de consistência de informação e que dispara um alerta quando detecta possíveis inconsistência ou até mesmo impede a finalização do preenchimento do formulário se algum erro evidente for detectado.

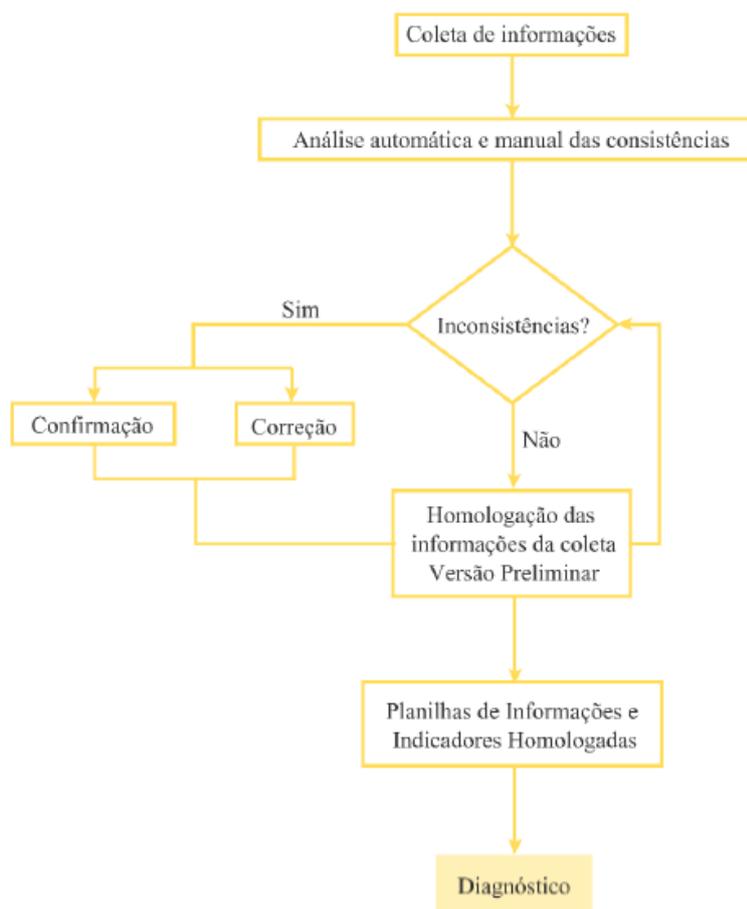


Figura 20 - Processo de coleta e homologação dos dados que compõem os SNIS (SNIS, 2018)

6.2 ÁGUA E ESGOTO

Em relação ao componente Água e Esgoto, é importante observar que apenas as informações primárias são coletadas. Os indicadores não são coletados, mas calculados a partir dessas das informações coletadas. Para as cidades onde não existe sistemas público de fornecimento de água e esgoto é disponibilizado um formulário simplificado, onde são coletadas as informações referentes a soluções alternativas que são adotadas pelo município. Um requisito de evolução do Sistema, que deve

ser priorizado no futuro SINISA, é a articulação com outros sistemas visando à integração com as áreas de recursos hídricos, meio ambiente e saúde, além de outros ramos do setor saneamento, e, ainda, a integração com as agências reguladoras.

Com base nas análises das informações, é possível observar que existem algumas lacunas em informações classificadas como relevantes sobre os serviços de água e esgoto e resíduos sólidos, tornando necessário entender se trata-se de falta de preenchimento ou de ausência real da informação por não ser aplicável ao processo do prestador, uma vez que os indicadores que se pretende utilizar necessitam da informação em questão.

É recomendável entender junto como as prestadoras de serviço como são capturadas as informações internas e se existe processo automatizado para obter os dados anuais que são fornecidos ao SNIS. Também é recomendável verificar como é realizado o preenchimento das informações no aplicativo de captura de dados do SNIS, dando um foco especial para mensurar quanto existe de interferência humana no processo para, se possível, estabelecer ferramentas que controlem possíveis falhas causadas por essa interferência.

Para as informações que apresentaram um número expressivo de não preenchimento, deve ser analisado se existem dúvidas quanto ao cálculo da informação ou se os custos para obter esses dados tornam a mensuração inviável ou demais fatores que estejam impedindo o fornecimento.

A partir da análise das experiências dos anos anteriores, de acordo com diagnóstico divulgado em 2018 pelo SNIS, foram levantadas algumas constatações importantes sobre o processo de construção do sistema:

- Apesar de a construção ser coletiva, é necessária uma liderança e coordenação, com estrutura própria;
- A construção de um sistema de informações nacional ocorre em longo prazo;
- Mesmo com o fornecimento voluntário das informações funcionando relativamente bem, incentivos e obrigações para melhorar a responsabilidade e a precisão dos dados são importantes;
- O sistema tem se tornado, de fato, o guia natural de medição do desempenho do setor saneamento no Brasil;
- O SNIS permite ao Brasil ter seu próprio benchmarking, inclusive em nível internacional;
- Uma vez que o sistema esteja estabelecido, ele torna-se autossustentável (resistências momentâneas tornam-se contraproducentes); e
- É fundamental que as informações sejam de domínio público para quaisquer usos e análises.

Como apontado em relatório anual do SNIS em 2018, é importante considerar alguns pontos específicos das condições de prestação de serviços no Brasil. Podemos destacar a dificuldade de

obtenção de informações pelos próprios prestadores de serviço, já que a grande maioria não dispõe de sistemas de informações, bancos de dados, cadastro técnico ou levantamento de dados sistemático que conferem maior consistência às informações prestadas. Outro fator é a fragilidade da formação e composição dos quadros técnicos municipais, pois nem sempre os responsáveis pelo fornecimento das informações têm formação na área, e também existe uma recorrente ruptura na constituição das equipes locais. Isto impacta nas rotinas de sistematização de dados, na abrangência local. Além disso, devido a heterogeneidade cultural do país, há uma grande variação em relação a termos e conceitos, fato que pode gerar incompreensão ou compreensão equivocada dos conceitos técnicos da área.

6.3 RESÍDUOS SÓLIDOS

De acordo com relatório divulgado pelo SNIS em 2018, as informações fornecidas para a elaboração do Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos são de responsabilidade das Prefeituras municipais, titulares dos serviços. Ressalta-se que, mesmo nos casos em que esses serviços são terceirizados ou concedidos, essa situação não transfere a titularidade das prefeituras.

Com base na experiência dos anos anteriores e, sobretudo, nas sugestões e críticas apresentadas pelos participantes, o programa de coleta de dados é revisado, corrigido e melhorado. Nesta oportunidade são aprimorados os parâmetros de avisos e erros dos campos de preenchimento do programa para melhorar o aproveitamento das respostas.

De acordo com o SNIS, os erros no preenchimento, na maioria dos casos, são equívocos simples e de fácil identificação, tais como:

- A utilização de unidades diferentes daquelas padronizadas pelo SNIS (exemplos: kg e não tonelada, dia e não ano, R\$/mês e não R\$/ano);
- Valores parciais superiores a valores totais (exemplos: despesa com alguma modalidade de serviço maior que despesa com todos os serviços de manejo de
- RSU, despesa com manejo maior que despesa realizada da Prefeitura); e Erros de cálculo (exemplo: valor indicado como total diferente da soma das parcelas).

6.4 ANÁLISE CRÍTICA

A partir da análise crítica sobre o sistema de gerenciamento do SNIS foram identificados diversos fatores de sucesso e fraqueza, além de oportunidades que possam ser aproveitadas para otimização do sistema.

Dentre os principais fatores de sucesso identificados no gerenciamento do SNIS, podemos ressaltar a confiabilidade da base de dados gerada, além de seu fácil acesso, através da “Série Histórica do SNIS”, por se tratar de um sistema público. A publicação de diagnósticos anuais para os três componentes, incluindo a metodologia, que abrange detalhes sobre os procedimentos de coleta, tratamento e armazenamento dos dados, cálculo dos indicadores e divulgação, dentre outros elementos importantes, permite às concessionárias levantar informações e compará-las, através de ferramentas de benchmarking, afim de aprimorar processos e garantir melhores resultados.

Outro fator importante, que vem sendo aprimorado ao longo dos anos, é a determinação de um processo bem definido de acompanhamento das informações fornecidas pelos prestadores de serviço, como nomenclaturas, terminologias, definições e unidades de medida e revisão de dados. Cabe aqui ressaltar a importância da implantação do projeto ACERTAR, iniciado em 2016, que visa orientar os prestados de serviço quanto as melhores práticas para gestão das informações do SNIS, focando em quatro principais pilares: Tecnologia, Processos, Equipamentos e Pessoas, com o objetivo final de prevenção de potenciais erros e desvios. Além disso, o processo digitalizado de coleta de dados, através de preenchimento de formulário eletrônico, além de garantir maior agilidade nos processos, também permite que haja uma maior representatividade dos municípios em relação aos três componentes (Água e Esgoto, Resíduos sólidos e Águas pluviais).

Dentre as principais fraquezas identificadas no sistema de gerenciamento do SNIS, podemos destacar a não obrigatoriedade do fornecimento de informações, fator que pode ser prejudicial aos prestadores de serviço caso não enviem as informações necessárias, já que programas de investimentos do Ministério do Desenvolvimento Regional exigem o envio regular dos dados ao SNIS como critério de seleção, de hierarquização e de liberação de recursos financeiros para cada tipo de serviço prestado. Caso o prestador de serviços não tenha inserido os dados no SNIS, só poderá incluir na próxima coleta de dados, que é realizada anualmente.

Todos os dados fornecidos são preenchidos manualmente pelos prestadores de serviço através do sistema online SNISWEB, fato que pode gerar lacunas em informações relevantes seja pela falta de preenchimento, preenchimento incorreto ou falta de preenchimento por inexistência da informação, no sistema também não há bloqueio lançamento inconsistentes (zeros e missings).

Outro fator que podemos destacar é o fato de não haver provisão legal quanto a definição de responsável competente nos prestadores de serviço para preenchimento dos formulários, por isto é importante que cada unidade que compõem as Companhias de serviço se familiarize com os termos utilizados e que haja cooperação entre as pessoas alocadas em diferentes setores.

Ademais, não existe processo automatizado na fonte de dados (Concessionárias) para coleta automática de informações, o que pode gerar distúrbio no preenchimento de dados, que são realizados manualmente. Tal automatização poderia aumentar a periodicidade na coleta de informações, já que

o processo seria realizado de forma mais ágil, possibilitando a análise adequada de indicadores. Por fim, a ausência de informações específicas sobre eficiência energética dificulta a formação e a proposição de novos indicadores.

FATORES INTERNOS		FATORES EXTERNOS
FORÇAS	FRAQUEZAS	OPORTUNIDADES
Processo bem definido de acompanhamento das informações (nomenclaturas, terminologias, definições e unidades de medidas, revisão dados fornecidos pelos prestadores de serviço): Projeto ACERTAR -Gestão das informações dos prestadores de serviço	Lacunas em informações relevantes: falta de preenchimento, preenchimento incorreto ou falta de preenchimento por inexistência da informação	Implantação do SINISA: Integração com outras áreas e agências reguladoras
Ampla base de dados confiável	Dados preenchidos manualmente pelos prestadores de serviço através do sistema online SNISWEB	Instituir rotina de transferência e processamento automático de informações, mitigando os efeitos do preenchimento que ocorre de forma manual
Fácil acesso ao banco de dados (Série Histórica do SNIS)	Não obrigatoriedade do fornecimento de informações	Criar sistema de bloqueio de lançamentos inconsistentes inseridos no sistema (zeros e missings)
Base de dados pública	Caso o prestador não tenha inserido os dados no SNIS, só poderá incluir na próxima coleta de dados (anual)	Periodicidade de dados poderia estar vinculada à necessidade de cada indicador e suas informações
Permite comparação de dados entre as concessionárias (Benchmarking)	Não há provisão legal quanto a definição de responsável competente nos prestadores de serviço para preenchimento dos formulários. Em alguns casos, o fornecimento dos dados exigirá a cooperação de pessoas alocadas em diferentes unidades do órgão prestador dos serviços (área administrativa e técnica, por exemplo).	Programas de investimentos que demandem o envio regular, não somente anual, de dados ao SNIS como critério de seleção (Ex. PAC, BNDES)

FATORES INTERNOS		FATORES EXTERNOS
FORÇAS	FRAQUEZAS	OPORTUNIDADES
Estabelecido pela Lei nº 11.445/2007, o que garante maior legitimidade e aplicação do que é posto	Não há sistema de bloqueio de lançamentos inconsistentes inseridos no sistema (Zeros e missings)	Definição de responsável competente nos prestadores de serviço para preenchimento dos formulários
Alta representatividade dos municípios com dados coletados relativos aos três componentes (AE, RS e AP)	A extração dos dados na base do SNIS é realizada através da exportação de um documento na extensão “.csv”, que poderia ser otimizado através de um sistema de transferência protocolar mais direta, como “.ftp”	Promover treinamento junto as concessionárias para padronizar o entendimento do conteúdo de cada informação do questionário
Processo digital de coleta de dados, através do preenchimento de formulário eletrônico, garantindo cobertura nacional	Baixa periodicidade (anual) na coleta de informações dificulta a análise adequada dos indicadores	Incentivar a criação sistema para automatizar a coleta de dados dentro das concessionárias (reduzindo a intervenção humana no processo de coleta)
Realização de análise de consistência das informações enviadas pelos prestadores em duas etapas	Não existe processo automatizado na fonte de dados (nas concessionárias) para coleta automática das informações, o que pode gerar distúrbio no preenchimento dos dados preenchimento manual das informações	Verificar a possibilidade de criação de medição de novas informações específicas relacionada a eficiência energética
Divulgação de diagnósticos anuais para os três componentes, incluindo a metodologia, que abrange detalhes sobre os procedimentos de coleta, tratamento e armazenamento dos dados, cálculo dos indicadores e divulgação, dentre outros elementos importantes.	Ausência de informações específicas sobre eficiência energética, um dos maiores custos operacionais das concessionárias.	
Orientação bem estruturada para o preenchimento de dados no sistema (Manual das melhores práticas da gestão da informação - Projeto ACERTAR)		

Tabela 53 - Análise SWOT Sistema de Gerenciamento SNIS (Elaboração própria)

Produto 01 – Análise dos Indicadores Nacionais e Internacionais existentes para o Setor Saneamento

Projeto Pesquisa de Informações Hidroenergéticas no Saneamento (PIHES)

mitsidi
PROJETOS

7 PROPOSTA DE PRIORIZAÇÃO DE INDICADORES NO SETOR DE SANEAMENTO

Como forma de priorizar os indicadores levantados pelo SNIS e pela literatura nacional e internacional. Como premissa inicial para selecionar os indicadores prezou-se pelo princípio da praticidade, tendo em vista três aspectos: a) a categoria em que se insere (hidro energético, energético e não energético); b) se o indicador é utilizado em Sistemas de Gestão de Energia em outros países; e c) se o indicador possui variáveis no SNIS. A partir desses critérios, foram estabelecidos seis níveis de priorização, conforme apresentado na Tabela 54, a seguir.

	A1	A2	A3	A4
ID	Indicador é energético ou Hidroenergético	Indicador é não energético	É utilizado em Sistemas de Gestão de Energia em outros países?	O indicador possui variáveis no SNIS?
C1	x		x	x
C2	x		x	
C3	x			
C4		x	x	x
C5		x	x	
C6		x		

Tabela 54 - Matriz de critério de priorização de indicadores (Elaboração própria)

Importante mencionar que os critérios C3 e C6 são eliminatórios, ou seja, indicam quais indicadores não estarão na plataforma. Os critérios C1 e C4 apresentam os indicadores mais importantes a serem priorizados e os C2 e C5 apresentam priorização menor do que C1 e C4. A Figura 21, a seguir, apresenta a proposta de hierarquização dos indicadores

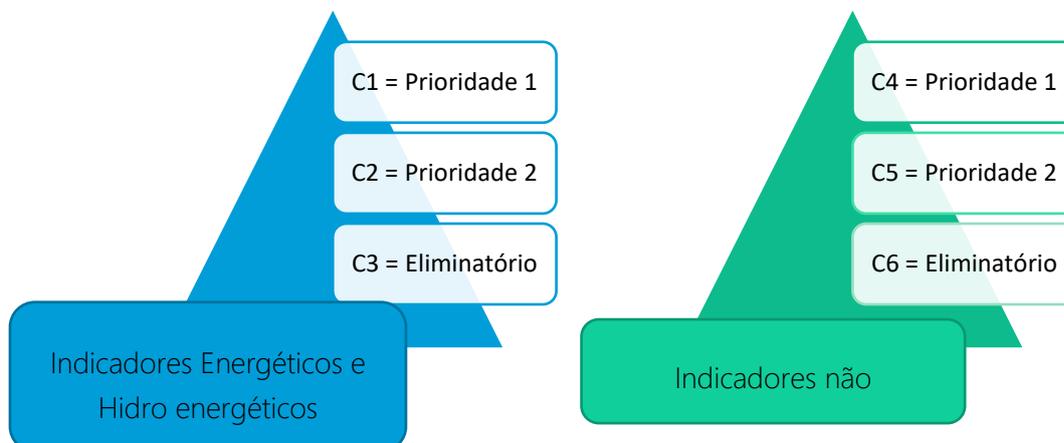


Figura 21 - Proposta de hierarquização dos indicadores priorizados (Elaboração própria)

A Tabela 55, a seguir, apresenta a avaliação dos indicadores a partir da metodologia supracitada.

Nome do Indicador	Unidade	A1	A2	A3	A4	Categorização
Consumo de energia pelo número de ligações ativas e número de dias avaliado	kWh/ligação/dia	x		x		C1
Custo total da fatura de energia por volume de água macromedida	R\$/m ³ /1000		x	x		C5
Índice de Uso na Ponta	kWh	x				C3
Consumo de energia em cada unidade consumidora do sistema	kWh	x				C3
Desempenho de reparos e equipamentos	Percentual		x			C6
Consumo Específico de Energia Elétrica Normalizado – CEN	kWh/m ³ *Hman	x		x		C2
Fator de Carga	Consumo do período (kWh) / [Demanda contratada (kW) x no de horas período (h)]	x				C3
Custo Médio de Energia Elétrica por Metro Cúbico Bombeado	R\$/1000 m ³		x			C6
Energia Consumida vs Energia Recuperada- Gerada	kWh/kWh	x		x		C2
Uso de energia para abastecimento de água	kWh/m ³	x		x		C1
Consumo de energia na planta de tratamento	kWh/hab/ano	x		x		C1
Consumo de energia por água abstraída	kWh/m ³	x		x		C2
Consumo de energia por água injetada	kWh/m ³	x		x		C1
Consumo de energia por água tratada	kWh/m ³	x		x		C1
Perda de carga	m/km		x	x		C5
Eficiência Energética de Instalações Elevatórias	kWh/m ³ /100m	x		x		C2
Custos de Eletricidade vs. Custos Operacionais	R\$/R\$		x	x		C4

Nome do Indicador	Unidade	A1	A2	A3	A4	Categorização
Eficiência das Bombas	Percentual	x		x		C2
Eficiência Energética de Instalações Elevatórias	kWh/m ³ /100m	x		x		C2
Energia consumida versus reativa	kWh /kWh	x		x		C2
Consumo de energia nos sistemas de esgotamento sanitário	kWh/m ³ coletado	x		x		C1
Consumo de energia na planta de tratamento	kWh/hab/ano	x		x		C1
Eficiência em Remoção de Poluição	kWh/kg BOD5	x		x		C2
Índice de hidrometração	Percentual		x	x		C5
Índice de micromedição relativo ao volume disponibilizado	Percentual		x	x		C5
Índice de perdas faturamento	Percentual		x	x		C5
Consumo médio percapita de água	l/hab./dia		x	x		C5
Índice de perdas na distribuição	Percentual		x	x		C5
Índice bruto de perdas lineares	m ³ /dia/Km		x	x		C5
Índice de perdas por ligação	l/lig./dia		x	x		C5
Índice de despesas por consumo de energia elétrica nos sistemas de água e esgotos	R\$/kWh	x		x		C1

Tabela 55 - Priorização dos indicadores por critérios (elaboração própria)

8 LEVANTAMENTO DOS INDICADORES DE RESÍDUOS SÓLIDOS

8.1 INDICADORES DO SNIS

Com relação aos dados da componente “Manejo de Resíduos Sólidos” do SNIS é importante mencionar que diferente de “Água e Esgoto”, os responsáveis por fornecer os dados ao Sistema são os órgãos gestores dos serviços de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana. Atualmente, esse componente apresenta 47 indicadores no sistema e 625 variáveis (das quais 372 estão disponíveis no Sistema), divididas em 14 categorias: catadores, coleta de resíduos da construção civil, coleta de resíduos sólidos dos serviços de saúde, coleta domiciliar e pública, coleta seletiva e triagem, complementares, financeiras, gerais, outros serviços, política e plano municipal de saneamento básico, serviços de capina e roçada, serviços de varrição, trabalhadores remunerados e unidades de processamento. A Tabela 56, a seguir, apresenta essas informações.

Categorias	Quantidade de Variáveis
Catadores	10
Coleta de resíduos da construção civil	12
Coleta de resíduos sólidos dos serviços de saúde	27
Coleta domiciliar e pública	136
Coleta seletiva e triagem	49
Complementares	122
Financeiras	28
Gerais	5
Outros serviços	45
Política e plano municipal de saneamento básico	61
Serviços de capina e roçada	5
Serviços de varrição	25
Trabalhadores remunerados	36
Unidades de processamento	64
Total	625

Tabela 56 - Quantidade Variáveis Existentes por Categoria para a Componente de Água e Esgoto (Elaboração Própria)

Foram identificadas duas variáveis como energéticas, sendo elas: se há drenagem de gases (UP031) e se há algum tipo de aproveitamento dos gases drenados (UP052). A primeira diz respeito a existência de conjunto dos dispositivos destinados a promover a captação dos gases naturalmente gerados em um maciço de resíduos e a disciplinar seu direcionamento para fora da massa aterrada, de modo a tornar possível e eficaz o tratamento desses gases (geralmente, sob a forma de combustão controlada) e/ou seu aproveitamento (como fonte de geração de energia térmica). A segunda refere-se à existência e operação de instalações adequadas à utilização dos gases provenientes da massa aterrada para geração de energia elétrica, aproveitamento como combustível ou quaisquer outras finalidades. Ambas as variáveis são de natureza qualitativa, cujas opções de resposta são 'sim' ou 'não'.

A informação UP031 é uma das informações relativas as unidades de processamento de resíduos que constam na base de dados SNIS. A base contempla as informações de todos os municípios por diferentes unidades de processamento dentro de cada município, totalizando 5339 observações na base de 2018.

Observa-se que essa informação possui pouco preenchimento, sendo que mesmo os que preencheram a informação, poucos relataram possuir conjunto de dispositivos destinados a promover a captação de gases gerados nos maciços de resíduo (apenas 7,0% de todas as unidades), como pode ser observado na Tabela 57.

Respostas Recebidas	Unidades de Processamento	% Unidades
Não	1.106	20,5%
Sim	376	7,0%
Não Informado	3.917	72,6%
Total	5.399	100,0%

Tabela 57 – Análise das Informações | Variável UP031 | Existe drenagem de gases? (Elaboração própria)

Já com relação a UP052, apenas 1% das unidades de processamento responderam que possuem aproveitamento de gases drenados, sendo que, como no caso anterior, a maior parte das unidades não preencheram essa informação (72,7% de não preenchimento), conforme apresenta a Tabela 58.

Respostas Recebidas	Unidades de Processamento	% Unidades
Não	1.421	26,3%
Sim	55	1,0%
Não Informado	3.923	72,7%
Total	5.399	100,0%

Tabela 58 – Análise das Informações | Variável UP052 | Existe algum tipo de aproveitamento dos gases drenados? (Elaboração própria)

8.2 INDICADORES DA LITERATURA INTERNACIONAL

As referências internacionais acerca de eficiência energética no setor de resíduos sólidos se concentram na economia circular e na geração de energia através das plantas de combustão de resíduos, geração de biogás de digestores anaeróbicos e biogás dos aterros sanitários. Além disso o único indicador sugerido para o setor foi o de kWh ou tonelada de metros cúbicos de diesel por material processado.

Nome	Unidade	Categoria	Indicador está no SNIS	Tem variáveis equivalentes?
Consumo energético por coleta de RSU	m ³ diesel/tonelada de material processado	Energético	Não	Não

Nome	Unidade	Categoria	Indicador está no SNIS	Tem variáveis equivalentes?
Consumo energético por coleta de RSU	kWh /tonelada de material processado	Energético	Não	Não
RSU produzido per capita	toneladas/capita	Não energético	Sim	Sim
% RSU destinados ao aterro	Percentual	Não energético	Sim	Sim
% de materiais reciclados	Percentual	Não energético	Sim	Sim
% RSU destinados a planta de WTE	Percentual	Não energético	Não	Não
Biogas coletado de aterros	m ³ /kg RSU	Energético	Não	Não
Geração de energia por consumo de energia	kWh gerado/kWh consumido	Energético	Não	Não
% de RSU usados em recuperação de energia	Percentual	Energético	Não	Não
% de RSU separados na fonte	Percentual	Não energético	Não	Não
Valor de calorías do RSU	kcal/kg	Energético	Não	Não
Eficiência de WTE	GJ/ano	Energético	Não	Não

Tabela 59 - Indicadores de Eficiência Energética para Resíduos Sólidos (Elaboração própria)

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Esse relatório apresentou um levantamento dos indicadores de eficiência energética aplicáveis ao setor de saneamento por meio da revisão da literatura nacional e internacional, e, sobretudo, do Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS). Além disso, foi realizada uma análise estatística da qualidade das informações que compõem os indicadores. A partir disso, propôs-se um critério de seleção dos indicadores tendo em vista a disponibilidade de informações no SNIS e as questões técnicas como a questão de perdas reais (volume de água que entra no sistema de abastecimento e não chega ao consumidor final, devido a vazamentos que ocorrem nas adutoras, redes de distribuição e ramais prediais de água, seja nas tubulações, conexões ou acessórios); uso de conjuntos motobomba bem dimensionados e mais eficientes; redução da perda de carga nas tubulações; racionalização da operação dos reservatórios, minimizando sempre que possível o bombeamento e controle de pressão na rede.

O SNIS se caracteriza como a mais completa e confiável base de dados do setor de saneamento do país, no entanto, a partir da análise sobre seu gerenciamento, identificamos oportunidades que podem ser aproveitadas para garantir uma maior otimização dos processos que compõem o sistema. Visando seu aprimoramento, foi determinado que o sistema sofrerá uma grande atualização, passando a se chamar SINISA, incluindo mudanças como a separação do componente Água e Esgoto em dois módulos distintos, complementação de informações e indicadores e integração com outras áreas e agências reguladoras.

A digitalização e automação de processos é um fator de extrema importância em sistemas de gerenciamento de dados, cabe salientar a necessidade em instituir uma rotina de transferência e processamento automático de informações, mitigando os efeitos do preenchimento que ocorre de forma manual, a partir disso a periodicidade do fornecimento e coleta de dados poderia estar vinculada à necessidade de cada indicador e suas informações. Além disso, a fim de evitar lançamentos inconsistentes no sistema e otimizar o processo de análise de consistência, que hoje ocorre em duas etapas, é necessário a criação de um sistema de bloqueio para prevenção de inconsistências, como os "zeros" e "missings". A definição de um responsável competente nos prestadores de serviço para preenchimento dos formulários é outro fator que influenciaria diretamente na inconsistência de dados.

Recomenda-se a promoção treinamentos juntos as concessionárias para padronizar o entendimento do conteúdo de cada informação do questionário e incentivar a criação de um sistema automático de coleta de dados dentro das concessionárias (reduzindo a intervenção humana no processo de coleta), como um modo de consolidar o que já é proposta pelo projeto ACERTAR.

De modo geral, das 307 informações disponíveis na componente de água e esgoto do SNIS apenas três são energéticas, sendo que duas trata-se do consumo dos sistemas de água e esgoto (AG028 e ES028) e outro sobre a ligação do prestador, sendo que apenas as duas primeiras apresentam dados

disponíveis no Sistema, demonstrando a indisponibilidade dessas informações por falta de instrumentos de medição, por exemplo. Desse modo, recomenda-se que seja viabilidade possibilidade de criação de novas informações específicas relacionadas à eficiência energética.

Com a proposta de priorização realizada, identificou-se que mais da metade das informações que alimentam os indicadores já estão presentes no SNIS. Entretanto, indicadores relativos à eficiência energética do sistema de bombeamento apresentam poucas informações disponíveis, sendo necessário, durante o Produto 02, entrar em contato com agentes do setor para entender a viabilidade de utilização desses indicadores na plataforma.

Como já citado neste estudo, há atualmente, diversos projetos relacionados a eficiência energética no setor de saneamento, neste sentido cabe ressaltar a importância do Projeto de Eficiência Energética no Abastecimento de Água (ProEESA), que está em sua segunda fase, iniciada em agosto de 2019, com foco no apoio as agências reguladoras e aos prestadores de serviços de saneamento, visando assim melhorar as condições para implantação de medidas de eficiência energética no setor.

10 REFERÊNCIAS

Di Niro, Giovanino. Novo Marco Legal e a eficiência energética no saneamento. Canal Energia, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 28 de agosto de 2020. Mercado Consumidor. 2020. Disponível em: <<https://www.canalenergia.com.br/artigos/53145123/novo-marco-legal-e-a-eficiencia-energetica-no-saneamento>>. Acesso em 21 set. 2020.

AS NOVAS FORMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO SANEAMENTO. Disponível em <[https://www.eosconsultores.com.br/eficiencia-energetica-no-saneamento/#:~:text=O%20gasto%20energ%C3%A9tico%20nas%20empresas,dos%20Estados%20Unidos%20\(EPA\)](https://www.eosconsultores.com.br/eficiencia-energetica-no-saneamento/#:~:text=O%20gasto%20energ%C3%A9tico%20nas%20empresas,dos%20Estados%20Unidos%20(EPA))> Acesso em 21/09/2020.

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO SANEAMENTO: DESAFIOS E OPORTUNIDADES. Disponível em <<http://brasil.rotaria.net/eficiencia-energetica-no-saneamento-desafios-e-oportunidades/>> Acesso em 21/09/2020.

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, SUSTENTABILIDADE E DIGITALIZAÇÃO: UM FATOR CRÍTICO PARA SISTEMAS DE SANEAMENTO. Disponível em <<https://www.canalenergia.com.br/noticias/53143248/eficiencia-energetica-sustentabilidade-e-digitalizacao-um-fator-critico-para-sistemas-de-saneamento>> Acesso em 21/09/2020.

SILVA, L., CRUZ, K., NETO, S. Eficiência energética no saneamento ambiental – Um estudo de caso de sucesso no nordeste do Brasil. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, 2015.

ROSS, B., CARNEIRO, C., POSSETTI, G. Eficiência Energética no Saneamento. Trabalhos contemplados no Prêmio Sanepar de Tecnologias sustentáveis e no Prêmio Inova Sanepar – Edição 2016. Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar. Curitiba, Paraná, 2017.

POSSETTI, G., GERVASONI, R. ROSS, B. Inovação para a sustentabilidade a serviço do saneamento ambiental: trabalhos contemplados no Prêmio Sanepar de Tecnologias Sustentáveis e no Prêmio Inova Sanepar – Edição 2018. Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar. Curitiba, Paraná, 2019.

MOREIRA, M. Potencial de mercado de eficiência energética no setor de água e esgoto no Brasil – Avaliação de estratégias segundo o modelo de Porter. Dissertação de Mestrado. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2006.

NICOLA, A. et al. Eficiência energética. Ações de assistência técnica em redução e controle de perdas de água e uso eficiente de energia elétrica. Embasa, Compesa, SNSA, Com+Água. 2018.

QUEIROZ, B.S. **Gestão de Energia no Saneamento: Estado Atual e Perspectivas para Melhorias no Setor.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e

Desenvolvimento Sustentável da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial à obtenção de grau de Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável. 2017.

CAMPONOGARA, G.; KURITZA, J.; CASTIGLIO, G.; FERLA, R.; MARQUES, M.G.; TEIXEIRA, E.D.; DE BORJA, J. **Indicadores de Referência Hidroenergética em Sistemas de Abastecimento de Água**. Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Portuguesa. 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados. Portal Cidades. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados.html?view=municipio>>. Acesso em 29 set. 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. 24º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos. 180p. 2019.

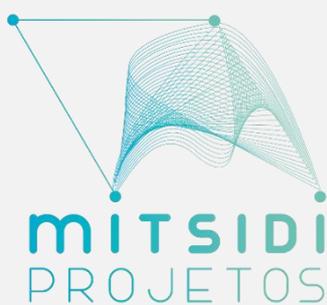
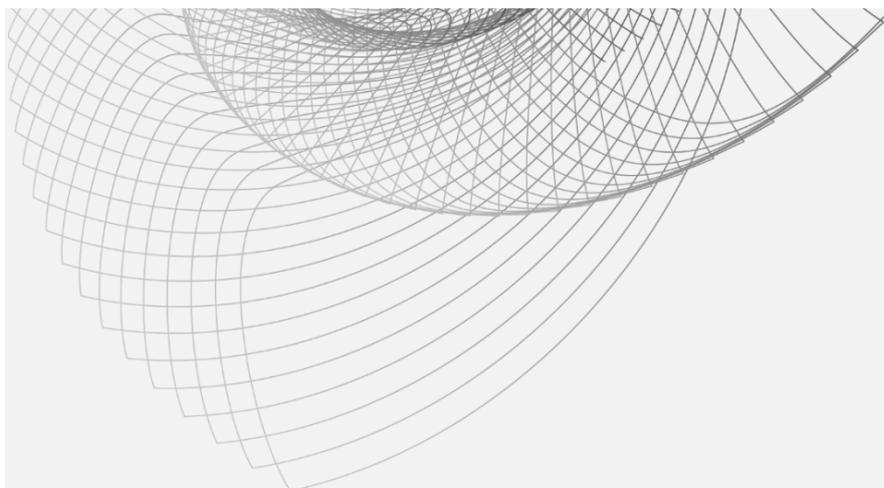
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7783.HTM

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8078compilado.htm

Produto 01 – Análise dos Indicadores Nacionais e Internacionais existentes para o Setor Saneamento

Projeto Pesquisa de Informações Hidroenergéticas no Saneamento (PIHES)

mitsidi
PROJETOS



Rua Bela Cintra, 478
Consolação. CEP 01415-000
+55 11 3159 3188
www.mitsidi.com