



**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA
INSTITUTO DE ENGENHARIAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE ENERGIAS**

FRANCISCO JANDSON MOURA LUZIA

**AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADOS A
SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA REGIÃO DO MACIÇO DO
BATURITÉ NO PERÍODO DE 2015 A 2021**

REDENÇÃO

2023

FRANCISCO JANDSON MOURA LUZIA

**AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADOS A
SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA REGIÃO DO MACIÇO DO
BATURITÉ NO PERÍODO DE 2015 A 2021**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de Energias do Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), como requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Energias.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Rejane Felix Pereira

REDENÇÃO

2023

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Sistema de Bibliotecas da UNILAB
Catalogação de Publicação na Fonte.

Luzia, Francisco Jandson Moura.

L944a

Avaliação dos indicadores de eficiência energética aplicados à sistemas de abastecimento de água na região do Maciço do Baturité no período de 2015 a 2021 / Francisco Jandson Moura Luzia. - Redenção, 2023.

43f: il.

Monografia - Curso de Engenharia de Energias, Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2023.

Orientador: Profa. Dra. Rejane Felix Pereira.

1. Eficiência - Indicadores. 2. Abastecimento de energia - Ceará. 3. Maciço de Baturité. I. Título

CE/UF/BSP

CDD 333.79

FRANCISCO JANDSON MOURA LUZIA

**AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADOS A
SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA REGIÃO DO MACIÇO DO
BATURITÉ NO PERÍODO DE 2015 A 2021**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de Energias do Instituto de Energias e Desenvolvimento Sustentável da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), como requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Energias.

Aprovado em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Rejane Felix Pereira (Orientadora)
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

Prof^ª. Dr^ª. Silvia Helena Dantas de Lima
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

Prof^ª. Dr^ª. Maria Ivoneide Vital Rodrigues
Secretaria da Educação Básica do Ceará

A Deus.

Minha família e meus amigos que
me apoiaram em todos os
momentos.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais que desde o início sempre me motivaram e estiveram ao meu lado em cada decisão, para que eu pudesse chegar até aqui.

Aos meus irmãos que me ajudaram a manter o equilíbrio e ânimo mesmo em dias difíceis.

Aos demais familiares que foram base durante a minha trajetória.

A todos os amigos que fiz durante a graduação por partilharem comigo as melhores experiências.

Aos professores que me ensinaram e deram suporte para que eu pudesse adquirir uma base excepcional de conhecimento para a minha formação, em especial a Prof^ª. Rejane Felix Pereira por todas as orientações necessárias para que eu pudesse concluir esse trabalho.

À ENGENE Jr por acelerar minha formação profissional no fim da graduação através de vivências empresariais.

Ao Programa de Assistência ao Estudante (PAES) da UNILAB que ofereceu subsídio para que eu pudesse permanecer na universidade até a conclusão do curso.

À UNILAB por me transmitir a vivência de ensino, pesquisa e extensão de forma completa.

“Os ideais que iluminam meu
caminho e me deram coragem
para enfrentar a vida com alegria
são a gentileza, a beleza e a verdade. ”

(Albert Einstein)

RESUMO

Para muitos países, assegurar o abastecimento hídrico de forma eficiente e sustentável tem se tornado uma dificuldade. Em regiões mais quentes, ainda é mais complicado analisar quais são os indicadores de eficiência mais importantes aplicados no gerenciamento de sistemas de abastecimento locais. A região do Maciço de Baturité, no nordeste do Ceará, tem como uma das características favoráveis o abastecimento de água satisfatório e, sendo assim, o objetivo central dessa pesquisa é analisar o comportamento dos indicadores nesses municípios ao longo dos anos (2015 a 2021), na intenção de evidenciar a eficácia dos modelos utilizados na gestão da prestadora de serviço e de cada localidade. As principais etapas da metodologia escolhida são: Definição dos indicadores para o estudo, apresentação da região que vai ser investigada, determinação do banco de dados que fornece as informações dos indicadores e tratamento dos dados para construção da planilha e gráficos. Utilizando a base de dados do Sistema Nacional De Informações Sobre Saneamento (SNIS), foram construídos 6 gráficos que apresentam o comportamento dos indicadores em cada município no período escolhido e foram verificados fatores de influência para o comportamento dos gráficos ao longo dos anos. Compreende-se que a análise detalhada dos indicadores junto com metodologias de eficiência resultaria em um melhor aproveitamento dos sistemas de abastecimento e conseqüentemente em diversos benefícios para região do Maciço de Baturité pois são fatores que implicam diretamente na condição de vida da população e na economia de cada município.

Palavras-chaves: Indicadores de eficiência. Sistemas de Abastecimento. Maciço de Baturité. Ceará.

ABSTRACT

Ensuring efficient and sustainable water supply has become a challenge for many countries. In warmer regions, it is even more complex to analyze the most important efficiency indicators applied in the management of local water supply systems. The Maciço de Baturité region, located in the northeast of Ceará, Brazil, benefits from satisfactory water supply. Therefore, the main objective of this research is to analyze the behavior of these indicators in the municipalities of this region over the years (2015 to 2021) in order to highlight the effectiveness of the models used by the service provider and each locality. The main steps of the chosen methodology are as follows: definition of the indicators for the study, presentation of the investigated region, determination of the database providing the indicator information, and data processing for spreadsheet and graph construction. Using the database from the National Information System on Sanitation (SNIS), six graphs were developed to present the behavior of the indicators in each municipality during the chosen period, and factors influencing the graph behavior over the years were identified. It is understood that a detailed analysis of the indicators, along with efficiency methodologies, would result in better utilization of the water supply systems and, consequently, various benefits for the Maciço de Baturité region, as these factors directly impact the living conditions of the population and the economy of each municipality.

Keywords: Efficiency indicators, Water supply systems, Maciço de Baturité, Ceará.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema de Abastecimento de Água	199
Figura 2 - Características dos indicadores.....	233
Figura 3 - Mapa de Localização do Maciço de Baturité	299
Figura 4 - Gráfico do Indicador IN037	322
Figura 5 - Gráfico do Indicador IN060	333
Figura 6 - Gráfico do indicador IN058.....	344
Figura 7 - Gráfico do Indicador IN013	355
Figura 8 - Gráfico do Indicador IN049	366
Figura 9 - Gráfico do Indicador IN059	377

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Serviços de gestão de saneamento básico por esfera administrativa.....	177
Tabela 2 - Indicadores aplicados a sistemas de abastecimento por entidade.....	255
Tabela 3 - Área da região e municípios	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABAR	Associação Brasileira de Agências de Regulação
ABES	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
ADERASA	Associação de Entidades Reguladoras de Água e Saneamento das Américas
AWWA	American Water Works Association
COBRAPE	Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos
CNQA	Comitê Nacional de Qualidade da ABES
CONPET	Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados do Petróleo e Gás Natural
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ERSAR	Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos
ETA	Estação de Tratamento de Água
FNQ	Fundação Nacional da Qualidade Excelência da Gestão
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBNET	The International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
IWA	International Water Association
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
OFWAT	Water Services Regulation Authority
ONU	Organização das Nações Unidas
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PNHS	Plano Nacional de Segurança Hídrica
PNQS	Prêmio Nacional de Qualidade em Saneamento
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
SNIS	Sistema Nacional De Informações Sobre Saneamento
SNSA	Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental
UTS	Unidades de Tratamento Simplificado
WSAA	Water Services Association of Australia

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	14
1.1.1	OBJETIVO GERAL	14
1.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
1.2	JUSTIFICATIVA	14
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	SETOR ENERGÉTICO NO BRASIL	15
2.2	SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	16
2.3	SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	18
2.4	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	19
2.5	INDICADORES DE DESEMPENHO	21
2.6	INDICADORES DE DESEMPENHO APLICADOS A SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	24
3.	METODOLOGIA.....	25
3.1	BANCO DE ÍNDICES NACIONAIS E INTERNACIONAIS	25
3.2	SELEÇÃO DE ÍNDICES	26
3.2.1	Índice de participação da despesa com energia elétrica nas despesas de exploração (IN ₀₃₇).	26
3.2.2	Índice de despesas por consumo de energia elétrica nos sistemas de água e esgotos (IN ₀₆₀).	26
3.2.3	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água (IN ₀₅₈).	27
3.2.4	Índice de perdas na distribuição (IN ₀₄₉).....	27
3.2.5	Índice de perdas faturamento (IN ₀₁₃).....	28
3.2.6	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário (IN ₀₅₉).	29
3.3	SELEÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO	29
3.4	BASE DE DADOS PARA O CÁLCULO DOS ÍNDICES	30
3.5	PROCESSAMENTO DOS DADOS DOS ÍNDICES E CRIAÇÃO DA PLANILHA DE REFERÊNCIA.....	30
4.	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	31
4.1	ANÁLISE DO ÍNDICE IN ₀₃₇	31
4.2	ANÁLISE DO ÍNDICE IN ₀₆₀	33
4.3	ANÁLISE DO ÍNDICE IN ₀₅₈	34
4.4	ANÁLISE DO ÍNDICE IN ₀₁₃	35
4.5	ANÁLISE DO ÍNDICE IN ₀₄₉	35
4.6	ANÁLISE DO ÍNDICE IN ₀₅₉	36
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
	REFERÊNCIAS	39

1. INTRODUÇÃO

Usufruir da água potável é um direito humano fundamental e indispensável para a sobrevivência e qualidade de vida na sociedade. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), a água é um recurso natural limitado e finito, cuja gestão deve ser realizada de modo sustentável e equitativa afim de atender às necessidades atuais e posteriores das pessoas (ONU, 2010). Entretanto, garantir a disponibilidade desse recurso de forma eficaz e sustentável torna-se um grande desafio para muitos países, especialmente em locais com clima árido e semiárido, semelhantes ao Nordeste brasileiro. Nesse contexto, avaliar a eficiência dos sistemas de abastecimento é fundamental para garantir um serviço prestado de qualidade e a disponibilidade dos recursos hídricos para os habitantes.

Diversos indicadores de eficiência têm sido propostos e aplicados para o gerenciamento de sistemas de abastecimento, principalmente com o objetivo de otimizar o uso dos recursos e a melhorar a qualidade do serviço. Estes indicadores são baseados em aspectos técnicos, econômicos e socioambientais, que permitem mensurar a performance dos sistemas de abastecimento e identificar possíveis problemas que afetam a qualidade do serviço. Conforme destacado por Alegre et al. (1998), os indicadores vão representar o nível do desempenho que de fato foi atingido, conseqüentemente, tornando aspectos que outrora poderiam ser complexos em elementos mais simples.

No Estado do Ceará, situado no Nordeste brasileiro, a falta de recursos hídricos é uma complicação recorrente, que prejudica a disponibilidade de água e a qualidade do serviço de abastecimento. Segundo o Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNHS, 2021), o estado cearense é um dos que mais sofre com a falta de água, considerando as características climáticas e geográficas da região. Nesse sentido, diversos estudos têm sido desenvolvidos na região com o intuito de avaliar a eficiência dos sistemas que fornecem os recursos hídricos e identificar as principais dificuldades enfrentadas.

A aplicação de metodologias eficientes baseadas em sistemas de indicadores seria fundamental para manter o melhor aproveitamento dos recursos hídricos na região e conseqüentemente melhorar a qualidade de vida das populações situadas em cada município. Para isso é necessário entender o comportamento dos indicadores ao longo do tempo e identificar os agentes que interferem de forma positiva e negativa no progresso de cada um.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar os indicadores de eficiência aplicados aos sistemas de abastecimento de água na região do Maciço do Baturité do estado do Ceará.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar indicadores aplicáveis para o estudo.
- Apresentar um panorama de cada indicador para os municípios estudados.
- Identificar fatores de influência nos indicadores.

1.2 JUSTIFICATIVA

Decidi desenvolver esse trabalho porque acredito que através da análise desses índices é possível identificar oportunidades de melhoria e consequentemente implementar medidas para otimizar o uso de energia nos processos do ciclo de abastecimento de água.

Entender qual município apresenta o melhor comportamento abre margem para apresentar para os gestores municipais e gestores de prestadoras de serviços a possibilidade de desenvolver avanços para a distribuição de recursos com qualidade, redução dos custos e sustentabilidade. Como forma de reverter as desvantagens climáticas e geográficas da região.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SETOR ENERGÉTICO NO BRASIL

Um dos mais importantes parâmetros de sustentabilidade econômica de uma nação está relacionado a habilidade de prover recursos energéticos adequados e de acordo com a logística de desenvolvimento, com segurança e responsabilidade ambiental e de sustentabilidade. Nesse contexto, o Brasil tem alcançado êxito, sendo considerado um importante expoente na esfera internacional no concernente a extração de petróleo em águas profundas, na fabricação de etanol e na crescente renovação de sua matriz de aproveitamento energético de hidroelétricas e de energia eólica (TOLMASQUIM, 2012).

Em contrapartida, muitos marcos cercaram o progresso do setor energético brasileiro. Em meio ao cenário de estruturação e desenvolvimento do país, diversas estratégias foram pautadas desde o início do processo de industrialização, com vistas a amenizar a aquisição de energia importada. Um grande e importante marco desse processo foi a criação da corporação Petróleo Brasileiro S/A, a Petrobras, pelo então presidente da república Getúlio Vargas, como resultado de uma intensa campanha popular que visou assegurar a utilização desse recurso energético, tornando-se um dos principais importadores líquidos de petróleo por mais de um século (BARROS; SCHUTTE; SANNÁ, 2012).

A priori, a estatal brasileira utilizou os recursos provenientes do refino e distribuição para intensificar o processo de industrialização e modernização do país. Para Clauberg, Henkes e Becegatto (2021, p. 138), essa modernização compreendeu diversos setores como os de transporte e comunicação e demais serviços urbanos. No entanto, em alguns momentos houveram choques de ofertas, o que gerou tensão entre as nações com maior produção e as companhias privadas internacionais de petróleo. Somando-se as crises geradas pelas guerras, houve um aumento considerável dos preços do petróleo o que evidenciou uma crescente discussão sobre a segurança energética (COSTA PINTO, 2020).

Sendo assim, a necessidade de utilização de outras estratégias de produção de energia como as das hidrelétricas que passaram a ser mais rentáveis. Por ser um país com privilégios em relação ao seu potencial de produção de energia hidrelétrica, a matriz energética foi sofrendo alterações e se adaptando aos moldes das grandes usinas hidrelétricas do país (CAUS, 2014).

Com essa busca por novas opções energéticas, o Brasil, no início do século vigente,

assumiu um protagonismo desejado por muitos países no concernente a utilização de energias renováveis, sendo responsável por uma produção capaz de ultrapassar os valores de consumo. Sendo assim, podemos destacar iniciativas como a aposta no biocombustível como alternativa a gasolina, que evidenciou um pioneirismo global por ser o primeiro país no contexto mundial a substituir este derivado como matriz de energia principal para os veículos (BARROS; SCHUTTE; SANNÁ, 2012).

Outro marco importante está relacionado a utilização de energia nuclear, enfraquecida após o acidente de Fukushima, porém ainda utilizada por muitos países. Nesse cenário, o Brasil apresenta-se como um importante produtor e detentor de fontes de Urânio e de técnicas para geração de energia utilizando a matéria atômica. No entanto, catástrofes como o do Césio, popularmente conhecido no Brasil, que causou diversas mortes e problemas médicos após a distribuição de peças de um artefato radiológico, acabou gerando dúvidas sobre os reais benefícios e os riscos da produção de energia nuclear (SOUZA; LIMA, 2019).

Em suma, o Brasil encontra-se hoje como um dos mais importantes produtores de energia no mundo, padrão consolidado de forma mais incisiva após a revelação do petróleo em uma camada do pré-sal e pela manutenção do país na liderança na obtenção de petróleo em águas com grande profundidade. Ademais, estratégias de aproveitamento dos recursos energéticos produzidos têm ganhando evidência, por favorecer uma correta utilização e evitar perdas que podem impactar diretamente na economia do país (HENNING, 2019).

2.2 SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Para que a água seja destinada a uma família ou comunidade, são necessários projetos e estudos que determinem a construção de modelo ou alternativas de abastecimento de água. Nos centros urbanos, a implantação desses sistemas é considerada a principal solução por sua eficiência no controle dos mananciais como pela manutenção da excelência dos recursos hídricos oferecidos aos consumidores (BRASIL, 2019).

Estudo publicado pelo Instituto Trata Brasil (2022) estima-se que no país, aproximadamente 35 milhões de pessoas não tem acesso à água tratada. Esses números evidenciam questões relacionadas a crise hídrica que as regiões brasileiras enfrentaram durante os últimos anos, porém, o acesso a água potável é considerado direito de todos, sendo imprescindível a garantia desse recurso pelos poderes públicos (ONU, 2010).

No contexto de garantia do acesso aos recursos hídricos, a Lei Nacional de Saneamento Básico instituiu princípios a serem considerados, no que concerne à utilização de tecnologias para a oferta dos serviços de abastecimento de água, são eles:

a) a visão interdisciplinar para compatibilizar planos diretores de desenvolvimento urbano, planos de bacia hidrográfica e planos de Saneamento Básico; b) a visão integral do saneamento que considere o ciclo do uso da água e sua conservação; c) a visão de saúde pública sob a ótica das ações de saneamento como instrumento de combate às doenças relacionadas à água; d) visão do saneamento como gerador de desenvolvimento e de redução das desigualdades sociais, e) a visão democrática, que oportuniza a participação comunitária na definição de prioridades, na concepção das soluções, na execução das obras e na conservação e zelo com as unidades implantadas; f) a visão da co-responsabilidade, que aposta na educação sanitária e ambiental considerando que saneamento começa na habitação; g) a visão universalista da política pública de saneamento, associada ao padrão de qualidade, de forma a combater a exclusão e a desigualdade (BRASIL, 2009, p.281).

Apesar do estabelecimento de leis que regem o controle e oferta do abastecimento de água, a organização na prestação de serviços e repasse de verbas ocorre de forma distinta entre as instituições públicas e privadas que gerenciam os recursos hídricos no Brasil. De acordo com uma pesquisa da NeoWater (2021), cerca de 70% dos municípios brasileiros são atendidos por companhias públicas estaduais, enquanto apenas cerca de 5% são de responsabilidade de empresas privadas. Essa diferença de gestão e investimentos para cada município influencia diretamente na qualidade final do recurso hídrico, impactando de forma direta na condição de vida da população, visto que, o acesso a esse recurso natural é indispensável para a manutenção da qualidade de vida da população.

No estado do Ceará, o Diagnóstico temático de serviços de água e esgoto (2021) evidenciou que aproximadamente 75,1% dos indivíduos que residem na zona urbana são atendidos por um sistema de abastecimento de água. Segundo a pesquisa regional por amostra de domicílio, dos 9,1 milhões de cearenses respondentes da pesquisa, 7.043.400 pessoas (77,4%) habitam áreas urbanas. Diante desse quantitativo, pode-se determinar que uma margem superior a um milhão de pessoas não são atendidas pelo sistema, o que gera um déficit na universalização da disponibilização de água tratada para a população (IPECE, 2021).

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico realizada pelo IBGE em 2017, ratificou que no concernente a esfera administrativa e a natureza jurídica os serviços responsáveis pela gestão de saneamento básico no Ceará estão separados de acordo com a tabela 1.

Tabela 1. Serviços de gestão de saneamento básico por esfera administrativa e natureza jurídica no estado do Ceará, Redenção (CE), 2023

Variável	Nº de Prestadoras
Esferas Administrativas	
Estadual	74
Municipal	37
Privada	11
Natureza Jurídica	

Administração direta do poder público	19
Autarquia	16
Empresa Pública	1
Sociedade de Economia mista	75
Associação	11

Fonte: Autor, a partir de IBGE (2017).

2.3 SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Em conformidade com o decreto nº 5.440, de 4 de maio de 2005, o sistema de abastecimento de água para consumo humano é definido como: qualquer forma de fornecimento coletivo de água que não seja o sistema público de abastecimento, como fonte, poço comunitário, distribuição por veículo transportador e instalações condominiais horizontais e verticais, dentre outras. Podendo ainda ser diferenciado entre sistemas isolados que abastecem localidades, setores e bairros ou sistemas integrados que provisionam concomitantemente diferentes municípios ou abrange mais de uma unidade produtora (BRASIL, 2005).

Para que haja melhor entendimento relacionado ao funcionamento dos sistemas de abastecimento de água, faz-se necessário a abordagem de alguns termos técnicos e componentes de acordo com Parras (2020):

- a) Altura geométrica: é a diferença de nível entre o ponto mais elevado do tubo de descarga e o nível do líquido na fonte de água do manancial;
- b) Bombas hidráulicas: as mais utilizadas são as de classe centrífuga. São aplicadas quando o deslocamento da água não é o suficiente utilizando a gravidade, essas bombas recolhem a água dos mananciais e enviam até os reservatórios, operando com a utilização de energia elétrica;
- c) Centro consumidor: é o conjunto de residências ou bairros onde a água tratada deve chegar com qualidade para que possa abastecer a população residente;
- d) Demanda: é a quantidade de água necessária para que sejam supridas as necessidades dos consumidores;
- e) Rendimento da bomba: esse indicador relaciona a energia provida pelo motor e a energia absorvida pela bomba, pelo fato de as perdas na parte interna da bomba provocarem uma necessidade de potência maior do que a de consumo;
- f) Rugosidade Absoluta: dimensão das proeminências encontradas nas paredes do tubo;
- g) Tubos: são as vias usadas para o transporte dos fluidos, geralmente são dutos de seção transversal circular com comprimentos delimitados pela forma de transporte e tamanho.

Quando são alimentados pelo fluido de forma completa geram uma pressão que sobrepõe a atmosférica;

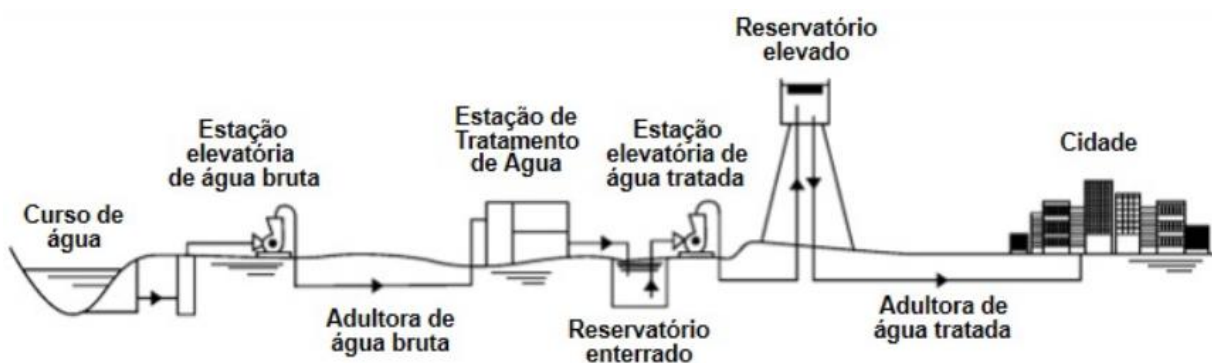
- h) **Vazão:** no Brasil, a unidade para essa grandeza é expressa em m^3/s e é compreendida como pelo volume de líquido que transpõe uma seção em um determinado período de tempo.

Desde a captação do recurso hídrico até chegar no consumidor final a água passa por uma série de etapas. Tsutiya (2006, apud COSTA, 2015) descreve as etapas da seguinte forma:

Captação: é o conjunto de estruturas e dispositivos, construídos ou montados junto ao manancial, para a retirada de água destinada ao sistema de abastecimento. A água bruta é captada em mananciais superficiais (barragens, lagos, etc) ou subterrâneos (poços). **Estação elevatória:** é um sistema de recalque ou elevatório composto por um conjunto de tubulações, acessórios, bombas e motores necessários para transportar certa vazão de um reservatório inferior para um reservatório superior. **Adução:** é um conjunto de canalizações do sistema de abastecimento e destina-se a conduzir água entre unidades que precedem a rede de distribuição. **Tratamento:** através de uma série de processos químicos e físicos, a água bruta é tornada potável para que possa ser distribuída à população. **Reservação:** depois de tratada, a água é bombeada até reservatórios para que fique à disposição da rede distribuidora. **Distribuição:** constitui a parte final do sistema, em que a água é efetivamente entregue ao consumidor, pronta para ser consumida (TSUTIYA, 2006 apud COSTA, 2015 grifo do autor).

Para cada etapa são elaborados estudos específicos que visam fatores ou variações que podem alterar a qualidade do sistema de abastecimento pois o sistema deve ter a capacidade de atender a demanda dos consumidores a longo prazo. A figura 1 apresenta um sistema de abastecimento de água da fonte até o centro consumidor.

Figura 1. Representação de um Sistema de Abastecimento de Água, Redenção (CE), 2023.



Fonte: Tsutiya (2006).

2.4 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

O uso inteligente da energia, também conhecido como eficiência energética é um modo de utilizar a energia de forma efetiva objetivando um melhor resultado. A utilização da eficiência energética aplicada no uso de fontes renováveis é vista como uma das mais

importantes formas de mitigação e adaptação aos agentes causados pelas mudanças climáticas (VILANOVA, 2012).

O benefício mais importante da eficiência energética é, que de qualquer modo, ela será mais acessível que produzir energia, mesmo que os investimentos agregados às tecnologias de eficiência demandem também maiores gastos e que sistemas e equipamentos com maior rendimento geralmente sejam mais caros que as tecnologias que o substituem (KUSTERKO, 2009).

Segundo Kats (1998 apud RIBEIRO; SILVA, 2018, p. 16) uma eficiência energética sustentável deve compor em sua implementação: “eficiência econômica, proteger e restaurar os sistemas ecológicos e melhorar a qualidade de vida da população”, ou seja, essa prática explora a melhora das fontes de energia, contribuindo para o desenvolvimento sustentável da sociedade.

De acordo com a Nota Técnica DEA 14/10 Eficiência energética na indústria e nas residências (2010), os fatores que expressam as variações na eficiência energética em geral são agrupados em quatro categorias principais:

Termodinâmicos: baseados inteiramente na ciência da termodinâmica, indicam a relação entre o processo real e o ideal quanto à necessidade de uso de energia. **Físicos-termodinâmicos:** consideram a quantidade de energia requerida em unidades termodinâmicas, mas as saídas (produtos) são expressas em unidades físicas. **Econômicos-termodinâmicos:** têm como referência a energia requerida em unidades termodinâmicas, mas os produtos são expressos em unidades econômicas (valores monetários). **Econômicos:** tanto a energia requerida como os produtos são expressos em grandezas econômicas (EPE, 2010, p.5, grifo do autor).

Tratando-se de sistemas de abastecimento de água é inevitável a associação entre água e energia, segundo (Farias, 2017) os sistemas de abastecimento brasileiros têm um déficit de eficiência relacionado ao uso desses dois recursos. Esse problema de ineficiência acaba causando efeitos prejudiciais, tais como: “o incremento desnecessário dos custos com o abastecimento de água e também a ampliação dos níveis de emissão de gases do efeito estufa” (GOMES, 2017, p. 27).

Todo o sistema deve ser modelado para que trabalhe de forma eficiente, principalmente devido aos custos para a operação desse serviço que requerem mais energia à medida que cresce a demanda. Devido à expansão dos serviços de abastecimento do País a demanda elétrica do setor vem se intensificando, para Gomes (2005 apud KUSTERKO, 2009) o setor energético tem preocupação com esse evento, porque esses gastos têm se tornado uma das principais despesas para as empresas que prestam o serviço de abastecimento.

No Brasil, há programas voltados à eficiência energética, reconhecidos internacionalmente, como: Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), Programa Nacional de

Racionalização do Uso de Derivados do Petróleo e Gás Natural (CONPET) e Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL). Dentre eles o PROCEL opera um subprograma denominado PROCEL SANEAR que atua a partir de propostas de gestão da utilização de água e energia. A maior atividade desse setor se concentra no apoio às iniciativas de pesquisas aplicadas, capacitação em eficiência energética dos trabalhadores da área e no encorajamento para o desenvolvimento de projetos que tragam a eficiência energética (PROCEL, 2019).

Existem procedimentos importantes à economia de energia que estão ligados diretamente com a eficiência de sistemas de abastecimento, Makisha e Kazimirova (2018 apud CORREIA *et al*, 2021) evidenciam como resultados da sua investigação que a economia de energia para o abastecimento de água deve basear-se nos seguintes parâmetros:

- a) Registro dos custos de energia e redução de suas perdas;
- b) Redução no consumo de energia pela otimização de energia;
- c) Redução do nível de operação manual;
- d) Desempenho dos equipamentos por meio de tecnologias de economia de energia;
- e) Sistemas automatizados para coleta de dados e gerenciamento de redes de engenharia;
- f) Controle eficiente e ideal dos mecanismos tecnológicos;
- g) Informações públicas sobre a implementação de medidas de economia de energia.

2.5 INDICADORES DE DESEMPENHO

Os indicadores são produtos aplicados em contextos determinados, para a obtenção de conhecimento sobre um alvo observado. O que evidencia sua importância é a capacidade de analisar e acompanhar fenômenos que em termos imediatos não são detectáveis, portando uma relevância maior se comparado a observação direta, apresentada por gráficos e formas estatísticas (OLIVEIRA, 2016).

Para Alegre *et al.* (2004), todo indicador que contribui para a estimativa do desempenho sob uma determinada perspectiva, em determinada área e em certo período de tempo, simplifica a avaliação da efetivação dos objetivos e análise quanto ao progresso durante aquele período de tempo. Assim torna mais clara uma análise que anteriormente seria considerada complexa.

Tratando-se de gestão pública os indicadores de desempenho contribuem identificando e medindo características relacionadas a um fenômeno ocasionado pela ação ou omissão do estado, tendo como finalidade principal representar, de forma mensurável, um

aspecto real dado ou construído, tornando funcional a sua observação e avaliação (BAHIA, 2021).

Por mais que os indicadores possam facilitar a compreensão para a gestão, em geral não incorporam toda a complexidade do alvo observado, dessa forma Alegre *et al.* (2004) alerta que o uso dos indicadores em um contexto inadequado pode ocasionar interpretações erradas, sendo necessário uma análise do conjunto dos indicadores, com conhecimento das causas e em associação ao contexto em que se inserem.

De acordo com Rocha *et al.* (2010 apud RIBEIRO, ALVES E SILVA, 2018, p.25), algumas das principais características acerca das informações dos indicadores são:

A confiabilidade, ou seja, dados de fontes confiáveis; comunicabilidade, de fácil compreensão e comunicação; disponibilidade e periodicidade, dados de fácil coleta e atualização, permitindo a formação de históricos; desagregação, capaz de atender a necessidade de diferentes grupos, garantindo a representatividade e abrangência das informações; especificidade com sensibilidade, ser capaz de captar a maioria das variações sobre o objeto de interesse.

Os dados exigidos para a composição do cálculo de indicadores devem ser recolhidos e arquivados em um banco de dados de confiança e que seja de utilização facilitada, isso se faz necessário pois esse instrumento vai ser usado para compilar e organizar dados essenciais para a implementação do sistema de indicadores (BOAVENTURA, 2013).

Galvão Júnior (2006), abordando sobre as boas práticas no processo de escolhas dos indicadores, ainda expõe as seguintes características sobre os indicadores, de acordo com a figura 2.

Figura 2. Características dos indicadores e motivos, Redenção (CE), 2023.

	O indicador deve ser	
1.	Claro, compreensível e interessante	Evitar incertezas em relação ao que é bom ou ruim, fácil de entender, com unidades que tenham sentido, e sugestivos para efetiva ação
2.	Relevante	Politicamente relevantes para todos os participantes do sistema
3.	Viável	Custo adequado de aquisição e processamento de dados e comunicação
4.	Suficiente	Fornecer a medida certa da informação
5.	Oportuno	Oportuno temporalmente, integrado com o planejamento
6.	Apropriado na escala	Apropriado aos diferentes usuários potenciais
7.	Democrático	Diversidade e ampla participação na escolha e acesso aos resultados. Os indicadores não devem ser determinados apenas por um pequeno grupo de especialistas, mas devem envolver lideranças políticas e pessoas da comunidade. Especialistas são importantes na definição de metodologias e cálculos, porém, deve-se balancear o que é tecnicamente possível com o que é politicamente desejável
8.	Medida física	Balancear, na medida do possível, unidades físicas (tonelada de óleo, anos de vida saudável) e monetárias
9.	Preventivo e próativo	Deve conduzir para a mudança, fornecendo informação em tempo para se poder agir
10.	Não deve pretender ser uma ferramenta estanque	Deve estar inserido num processo de melhoria contínua, passível de discussão, de aprendizado e de mudança

Fonte: Galvão Júnior (2006).

Examinando a literatura, há várias formas de classificar os indicadores quanto ao tipo. Conforme o Comitê Temático de Medição do Desempenho da Fundação Nacional da Qualidade Excelência da Gestão (FNQ) os indicadores podem ser divididos em indicadores de esforço e indicadores de resultado.

Os indicadores de esforço, conhecidos também como construtores, relatam como o trabalho é feito através de métricas óbvias e objetivas. Já os indicadores de resultado são descritos como menos gerenciáveis pelo fato de serem determinados de acordo com as expectativas do gestor. Os indicadores de resultados são construídos a partir dos indicadores de esforço (BAHIA, 2021).

O mesmo autor ainda explica que os indicadores de resultado e esforço devem ser usados em conjunto, visto que se o sistema de medição conter somente indicadores de esforço haverá falta de objetividade, refletindo uma maior preocupação com os meios que com os resultados. Entretanto se no sistema houver apenas indicadores de resultado vai transparecer falta de conexão entre a estratégia, os meios e os resultados. Um sistema completo é formado pela junção desses dois tipos (BAHIA, 2021).

2.6 INDICADORES DE DESEMPENHO APLICADOS A SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Planejar uma maior produtividade energética no dimensionamento e operação dos sistemas de abastecimento conseqüentemente produz ganhos para na estrutura financeira, diminuindo o valor final gasto com energia elétrica, ambiental, diminuindo os desperdícios de recursos, e social garantindo uma universalização dos serviços (FIGUEIREDO *et al.*, 2015).

Independente da dimensão de desenvolvimento de uma região ou conhecimento tecnológico de uma organização de gestão, percebe-se que sempre os sistemas de abastecimento de água são infraestruturas projetadas, construídas, operadas e sustentadas pelas entidades gestoras com o propósito de oferecer um serviço qualificado para os usuários finais, utilizando para tal recursos ambientais, humanos, tecnológicos e financeiros (ALEGRE, 1998).

Todas as organizações devem ter como objetivo atingir suas metas de gestão com um alto padrão de rendimento e produtividade. Os indicadores de desempenho aplicados a os sistemas de abastecimento são identificados como instrumentos de uso comum e universal, com um enorme potencial de suporte para a indústria de água no monitoramento da eficiência e eficácia do nível de serviço (ALEGRE *et al.* 1998 apud SANTI, 2018).

Em função da existência de um conjunto numeroso e complexo de indicadores de desempenho referentes ao planejamento e à regulação dos serviços de abastecimento, a aplicação do sistema deve ser feita fundamentalmente de forma coerente com relação ao objeto de estudo na qual está relacionado o processo (SILVA, 2007 apud ZIMERMANN, 2012).

Existem diversas pesquisas na literatura acerca do desenvolvimento e aplicação de indicadores em sistemas de abastecimento de água. No Brasil, de acordo com Oliveira (2014) as referências mais importantes são a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA), a Associação Brasileira de Agências de Regulação (ABAR) e o Prêmio Nacional de Qualidade em Saneamento (PNQS). Ainda é importante salientar sobre o acompanhamento do Sistema Nacional De Informações Sobre Saneamento (SNIS), que desde 1995 apresenta um diagnóstico geral do panorama de serviços de abastecimento de água e esgoto sanitário do país.

Já no contexto internacional Oliveira (2014, p. 31) menciona as entidades mais importantes que publicam sobre o uso de indicadores para o setor, são elas:

- a) American Water Works Association (AWWA);
- b) Associação de Entidades Reguladoras de Água e Saneamento das Américas (ADERASA);
- c) Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR) e Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC);
- d) International Water Association (IWA);
- e) The International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities (IBNET);

- f) Water Services Association of Australia (WSAA);
- g) Water Services Regulation Authority (OFWAT).

Devido à elevada diversidade dos indicadores de eficiência empregados pelas instituições supracitadas, existem variadas formas de organizar um conjunto de indicadores para a avaliação do rendimento do sistema de abastecimento, podendo não ser favorável em consequência de permitir análises equivocadas geradas pela aglomeração de informações. (CARVALHO, 2013 apud HAMDAN, 2016). É necessário evitar a integração de forma exagerada dos indicadores para que os dados desejados não sejam inúteis, também é importante prevenir relações equivocadas e uma alta confiança nos indicadores demonstrando um determinado evento (MEADOWS, 1998 apud HAMDAN, 2016).

3. METODOLOGIA

3.1 BANCO DE ÍNDICES NACIONAIS E INTERNACIONAIS

Com base nas entidades nacionais e internacionais que estudam e trabalham na área, o número de índices aplicados a sistemas de abastecimento por entidade é mostrado conforme a tabela 2.

Tabela 2. Índices aplicados a sistemas de abastecimento por entidade.

Entidade	Região de atuação	Índices Sistemas de abastecimento
ABAR	Brasil	17
ADERASA	América Latina	21
AWWA	EUA	66
CNQA	Brasil	64
ERSAR	Portugal	24
Banco Mundial	Internacional	60
IWA	Internacional	170
OFWAT	Internacional	17
SNSA	Brasil	68
WSAA	Reino Unido	121
Total (com repetição)		628(100%)
Total (sem repetição)		423(100%)

Fonte: Autor, a partir de Oliveira (2014).

A partir dessa base de dados foram observados índices operacionais, financeiros, de qualidade e contábeis de acordo com os gastos das prestadoras.

3.2 SELEÇÃO DE ÍNDICES

Os índices escolhidos para o estudo são brasileiros e estão inseridos na base de dados do Sistema Nacional De Informações Sobre Saneamento (SNIS), que atualmente é o maior sistema de informações do setor de saneamento do país, que abrange informações de cerca de 92% dos municípios do país. De acordo com a tabela 2 esses índices estão incluídos na contagem de indicadores da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA).

Esses índices expressam as despesas e consumos relacionados a utilização da energia elétrica nos sistemas e ainda evidenciam as perdas por distribuição e faturamento pelos sistemas de abastecimento.

Todos os índices abaixo estão descritos segundo o Glossário de Indicadores - Água e Esgotos (2021).

3.2.1 Índice de participação da despesa com energia elétrica nas despesas de exploração (IN₀₃₇).

Esse índice relaciona toda despesa de energia elétrica com as despesas de exploração utilizadas, é expresso pela seguinte equação:

$$IN_{037} = \frac{FN013}{FN015} \times 100$$

Sendo:

IN₀₃₇ - Índice em percentual [%];

FN013 - Despesa com energia elétrica

Valor anual das despesas realizadas com energia elétrica (força e luz) nos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, incluindo todas as unidades do prestador de serviços, desde as operacionais até as administrativas.

Unidade: R\$/ano;

FN015 - Despesas de exploração (Dex)

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.

Unidade: R\$/ano (SNIS, 2020, p.7).

3.2.2 Índice de despesas por consumo de energia elétrica nos sistemas de água e esgotos (IN₀₆₀).

Esse índice relaciona os custos com energia elétrica tanto em sistemas de água como em sistemas de esgoto, é relevante para uma comparação de gastos totais com outros índice, ele é expresso pela seguinte equação:

$$IN_{060} = \frac{FN013}{AG028 + ES028} \times \frac{1}{1000}$$

Sendo:

IN₀₃₇ - Índice em [R\$/kWh];

FN013 - Despesa com energia elétrica

Como descrito anteriormente;

AG028 - Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água

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. A despesa com energia elétrica deve estar computada na informação FN013.

Unidade: 1.000 kWh/ano;

ES028 - Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos

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. A despesa com energia elétrica deve estar computada na informação FN013.

Unidade: 1.000 kWh/ano (SNIS, 2020, p.9).

3.2.3 Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água (IN₀₅₈).

Esse índice associa o volume da água produzida junto com o volume da água tratada importada e o consumo de energia elétrica total nos sistemas de água, podendo ser expresso pela seguinte equação:

$$IN_{058} = \frac{AG028}{AG006 + AG018}$$

Sendo:

IN₀₅₈ - Índice em [kWh/m³];

AG028 - Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água

Descrito anteriormente;

AG006 - Volume de água produzido

Volume anual de água disponível para consumo, compreendendo a água captada pelo prestador de serviços e a água bruta importada (AG016), ambas tratadas na (s) unidade (s) de tratamento do prestador de serviços, medido ou estimado na (s) saída (s) da (s) ETA (s) ou UTS (s).

Unidade: 1.000 m³/ano;

AG018 - Volume de água tratada importado

Volume anual de água potável, previamente tratada (em ETA (s) ou em UTS (s)), recebido de outros agentes fornecedores. Deve estar computado no volume de água macro medido (AG012), quando efetivamente medido.

Unidade: 1.000 m³/ano (SNIS, 2020, p.16).

3.2.4 Índice de perdas na distribuição (IN₀₄₉).

Esse índice percentual associa o volume de água produzido, volume de água consumido, volume de água tratada importado e o volume de serviço, podendo ser evidenciado pela seguinte equação:

$$IN_{049} = \frac{AG006+AG018-AG010-AG024}{AG006 + AG018-AG024} \times 100$$

Sendo:

IN₀₄₉ - Índice em percentual [%];

AG006 - Volume de água produzido

Descrito anteriormente;

AG018 - Volume de água tratada importado

Descrito anteriormente;

AG010 - Volume de água consumido

Volume anual de água consumido por todos os usuários, compreendendo o volume micro medido (AG008), o volume de consumo estimado para as ligações desprovidas de hidrômetro ou com hidrômetro parado, acrescido do volume de água tratada exportado (AG019) para outro prestador de serviços.

Unidade: 1.000 m³/ano;

AG024 - Volume de serviço

Valor da soma dos volumes anuais de água usados para atividades operacionais e especiais, acrescido do volume de água recuperado.

Unidade: 1.000 m³/ano (SNIS, 2020, p.14).

3.2.5 Índice de perdas faturamento (IN₀₁₃).

Esse índice associa as seguintes informações: volume de água produzido, volume de água faturado, volume de água tratada importado e o volume de serviço, podendo ser representado pela equação a seguir:

$$IN_{013} = \frac{AG006+AG018-AG011-AG024}{AG006 + AG018-AG024} \times 100$$

Sendo:

IN₀₁₃ - Índice em percentual [%];

AG006 - Volume de água produzido

Descrito anteriormente;

AG018 - Volume de água tratada importado

Descrito anteriormente;

AG024 - Volume de serviço

Descrito anteriormente;

AG011 - Volume de água faturado

Volume anual de água debitado ao total de economias (medidas e não medidas), para fins de faturamento. Inclui o volume de água tratada exportado (AG019), quando faturado, para outro prestador de serviços.

Unidade: 1.000 m³/ano (SNIS, 2020, p.12).

3.2.6 Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário (IN₀₅₉).

Esse índice relaciona o consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos e o volume de esgotos coletado, sendo representado pela seguinte equação:

$$IN_{059} = \frac{ES028}{ES005}$$

Sendo:

IN₀₅₉ - Indicador em [kWh/m³];

ES028 - Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos
Descrito anteriormente;

ES005 - Volume de esgotos coletado

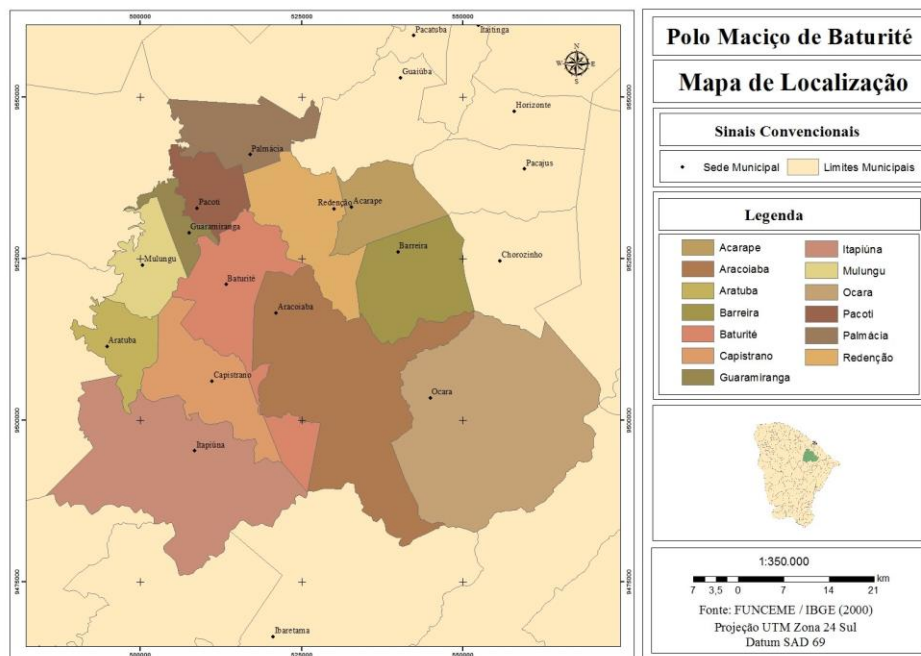
Volume anual de esgoto lançado na rede coletora. Em geral é considerado como sendo de 80% a 85% do volume de água consumido na mesma economia.

Unidade: 1.000 m³/ano (SNIS, 2020, p.18).

3.3 SELEÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO

A região escolhida para o estudo se trata do Maciço de Baturité no estado do Ceará. Essa região é composta por 13 municípios sendo eles: Redenção, Palmácia, Pacoti, Ocara, Mulungu, Itapiúna, Guaramiranga, Capistrano, Baturité, Barreira, Aratuba, Aracoiaba e Acarape. O mapa representativo da região é mostrado na figura 3.

Figura 3. Mapa de Localização do Maciço de Baturité



Fonte: COBRAPE (2012).

Cada município tem uma área descrita segundo a tabela 3.

Tabela 3. Área da região e municípios

Região de Planejamento	Área (km²)
Maciço de Baturité	3.707,26
Acarape	155,68
Aracoiaba	656,6
Aratuba	114,79
Barreira	245,81
Baturité	308,58
Capistrano	222,55
Guaramiranga	59,44
Itapiúna	588,7
Mulungu	134,57
Ocara	765,41
Pacoti	112,02
Palmácia	117,81
Redenção	225,31

Fonte: (IBGE) / (IPECE).

Conforme a COBRAPE (2012) a região possui um abastecimento de água e energia elétrica satisfatório, atendendo a maioria da população.

3.4 BASE DE DADOS PARA O CÁLCULO DOS ÍNDICES

As informações necessárias utilizadas para o cálculo dos índices foram extraídas dos diagnósticos anuais de água e esgoto referente ao período de anos abordado no estudo. A partir da tabela de dados foram extraídas informações relacionadas às localidades inseridas na região do maciço do Baturité.

3.5 PROCESSAMENTO DOS DADOS DOS ÍNDICES E CRIAÇÃO DA PLANILHA DE REFERÊNCIA

Devido as planilhas obtidas possuírem uma numerosa quantidade de dados referente à outras localidades e outros índices, foi necessário uma série de passos para a

extração, processamento e adequação em uma nova planilha para o contexto do estudo, cada passo é mostrado a seguir:

- a) Separação de informações relacionadas à composição de índices escolhidos e as cidades dentro da região do maciço de Baturité;
- b) Verificação de erros de preenchimento em cada dado dos índices;
- c) Extração dos dados para a inserção na planilha de referência;
- d) Todos os passos descritos anteriormente foram repetidos para cada planilha relativa ao período escolhido para o estudo.

Com a criação da planilha de referência todas as informações foram organizadas para a criação de estatísticas descritivas de cada localidade, contendo número de dados, média, mínimo e máximo de acordo com o período abordado para cada indicador.

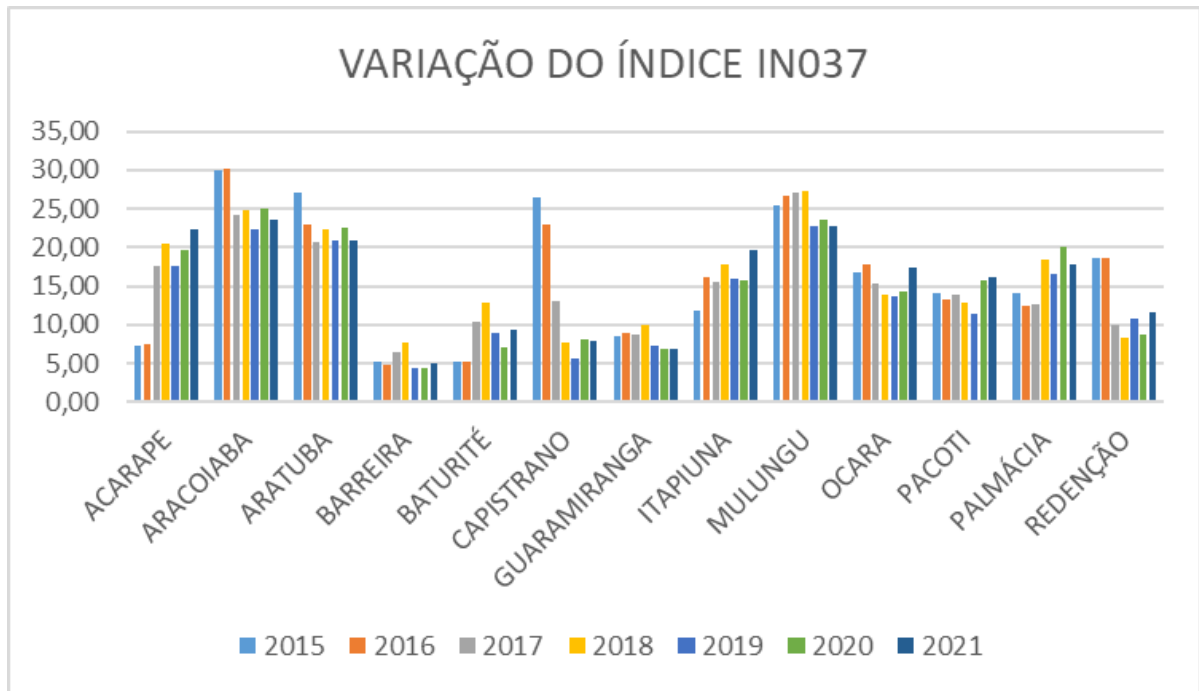
Com todas as informações obtidas foram criados os gráficos para a análise dos índices na região.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No decorrer deste capítulo será exibido o comportamento de cada índice ao longo do período de 2015 à 2021, os municípios que apresentam um comportamento mais alterado e fatores que podem influenciar tal comportamento.

4.1 ANÁLISE DO ÍNDICE IN037

Esse é um índice percentual, que verifica a participação do gasto com energia elétrica nas despesas de exploração. A figura 4 apresenta a variação desse índice no período de 2015 a 2021 em todas as cidades escolhidas.

Figura 4. Gráfico do índice IN037

Fonte: Autor.

Sabendo que cada município destina essa porcentagem de verba às despesas com energia elétrica realizadas para a exploração do serviço, é perceptível que na maioria dos municípios essa distribuição teve um comportamento com variação anual menor que 5%.

Nota-se também, que no período analisado, a verba destinada à energia elétrica nas despesas de exploração, chegou a no máximo 30%, podendo assim determinar que a maior parte da verba no montante de exploração, entre 70% a aproximadamente 95% é direcionada a outros tipos de serviços.

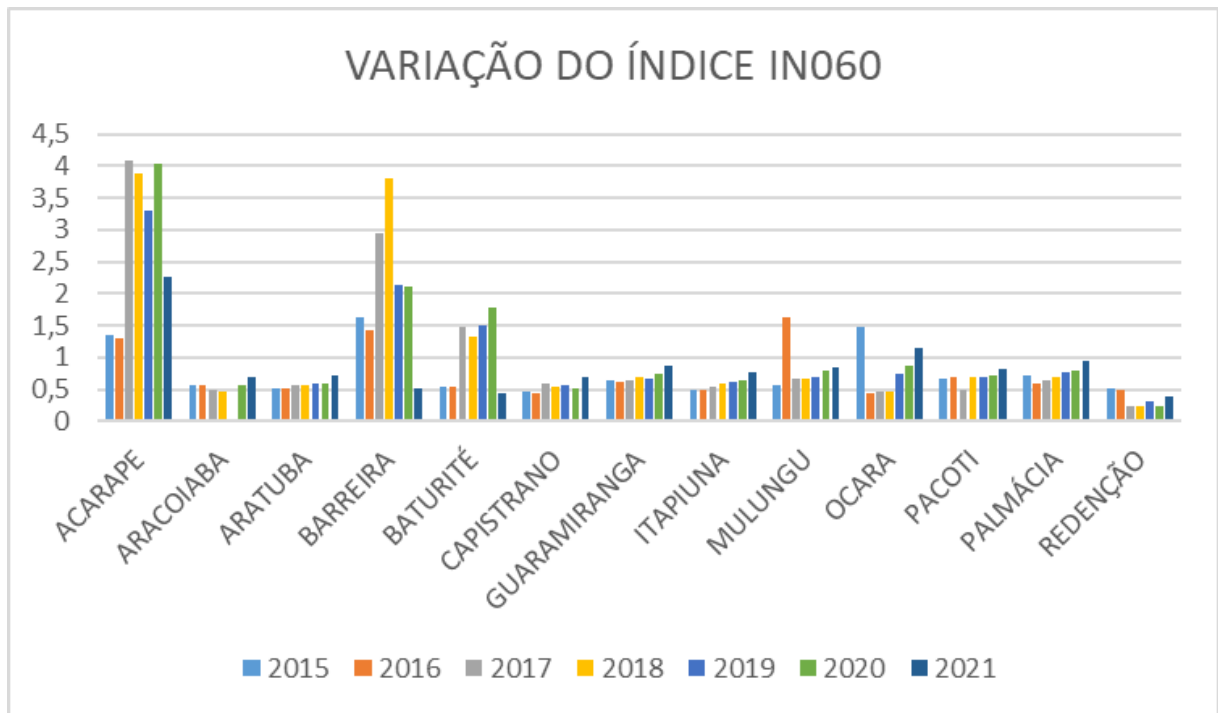
Em alguns municípios, como Barreira, Baturité e Guaramiranga, o investimento nesse serviço pode ser menor, em relação aos demais, por conta de uma demanda maior de serviços como: água importada, despesas com pessoas e serviços terceiros.

Além da influência dos demais serviços nesse índice, pode-se considerar também os influenciadores climatológicos como o El Niño, que apresentou uma variação de intensidade no período de 2016 e 2017, sendo possível identificar uma variação similar em cidades próximas como: Aracoiaba, Capistrano e Redenção.

4.2 ANÁLISE DO ÍNDICE IN060

Esse é um índice com unidade em R\$/kWh, que verifica os gastos por consumo de energia elétrica em sistemas de água e esgoto. A figura 5 apresenta a variação do índice IN060 no período de 2015 a 2021 em todas as cidades escolhidas.

Figura 5. Gráfico do índice IN060



Fonte: Autor.

É de grande importância a análise desse índice pois compreende todos os componentes relacionados ao sistema, desde as esferas administrativas até os processos operacionais.

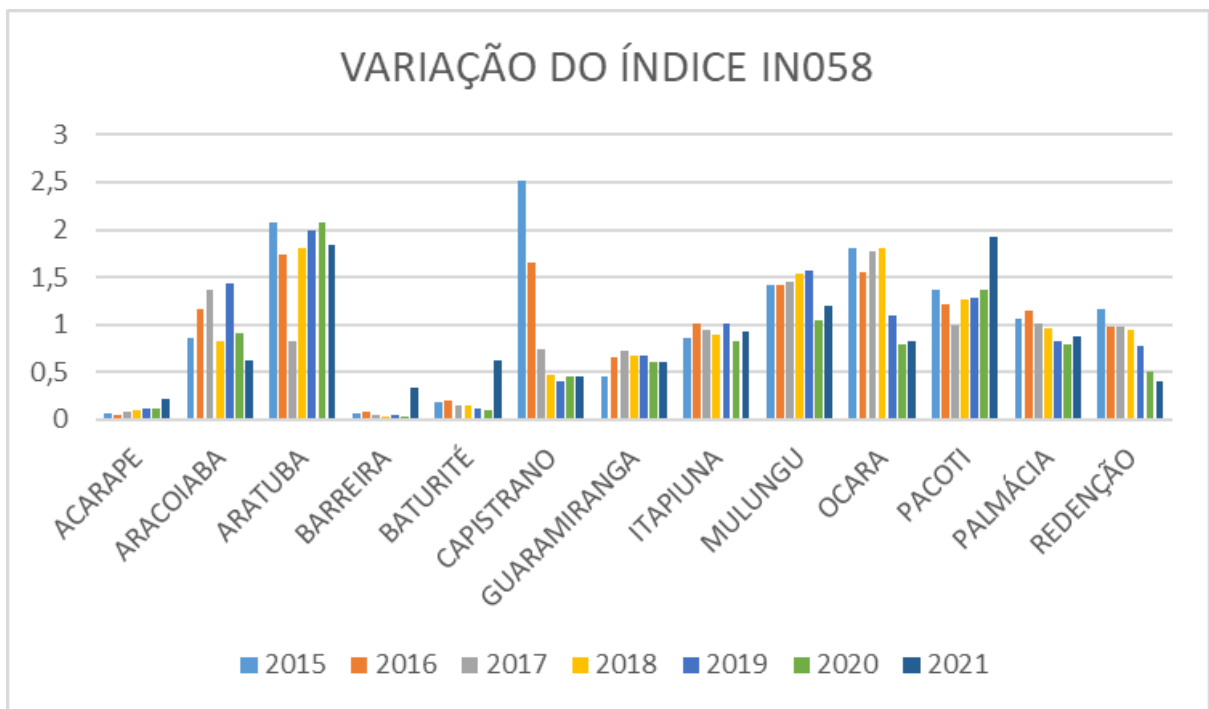
É notório que no período estudado a maioria dos municípios manteve esses gastos de forma regular sem apresentar grandes variações, isso mostra que nesses locais as estratégias de consumo de energia se mantiveram consistentes com o passar do tempo, por outro lado, três municípios evidenciaram uma grande variação com esses gastos no período de 2017 a 2020 sendo eles Acarape, Barreira e Baturité.

Assim como citado na análise do índice anterior é evidente a influência dos efeitos climatológicos nos índices em 2016 e 2017, sendo em alguns municípios a maior variação durante o período de estudo.

4.3 ANÁLISE DO ÍNDICE IN058

Após analisar os gastos por consumo de energia elétrica nos sistemas de água e esgoto no tópico anterior, esse índice analisa a energia elétrica consumida nos sistemas de abastecimento de água, ou seja, o consumo de energia para produzir e tratar a água importada. Esse é um índice com unidade em kWh/m³. A figura 6 apresenta a variação do índice IN058 no período de 2015 a 2021 em todas as cidades envolvidas na pesquisa.

Figura 6. Gráfico do índice IN058



Fonte: Autor.

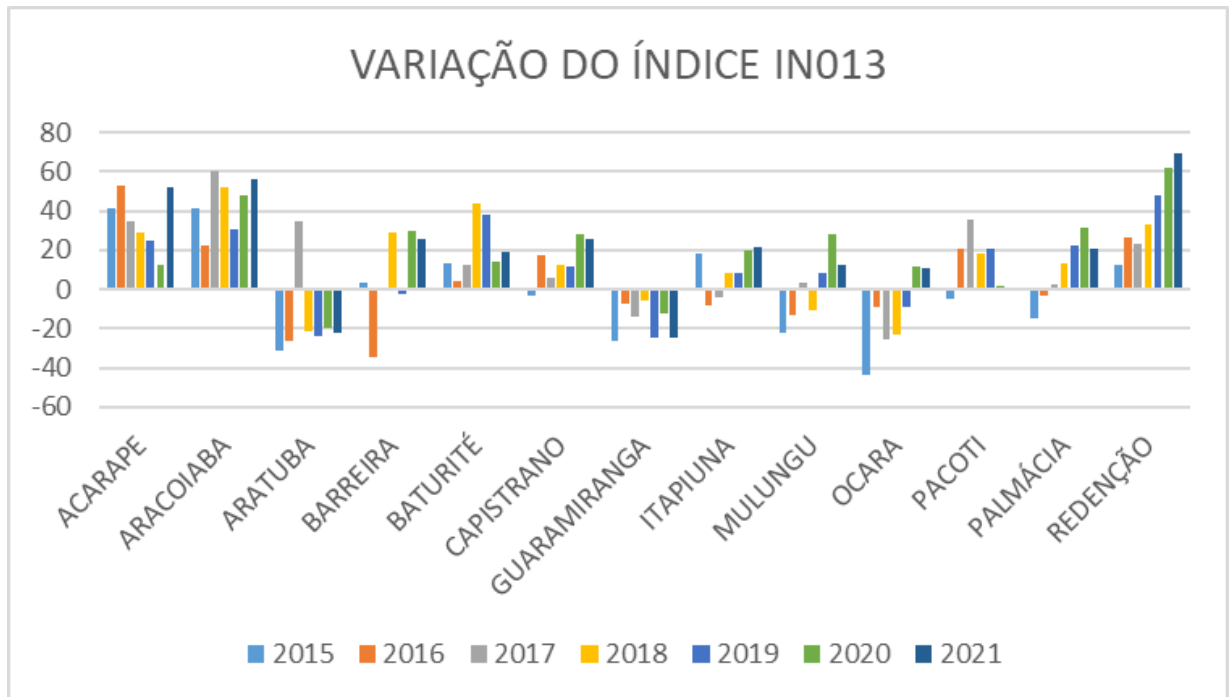
Analisando esse perfil de aplicação, alguns municípios atingiram um índice baixo de consumo em relação ao que era produzido, sendo os principais: Acarape, Barreira e Baturité, tendo em vista o exposto na análise do indicador IN060 esses mesmos municípios foram os que mais gastaram com despesas por consumo de energia elétrica, considerando a inclusão de toda a composição do sistema de água e esgoto, portanto, pode-se deduzir que nesses locais o volume de água produzido e tratado está custando mais que nos demais locais.

Já em outros municípios o perfil de consumo passa por uma maior variação ao longo dos anos, o caso que ganha mais notoriedade é o do município de Capistrano que apresenta uma queda de cerca de 80% no consumo de 2015 a 2019. Analisando os dados do IPECE para esse município o volume produzido em m³ para o abastecimento nesse período cresceu, logo, pode-se entender que o município conseguiu reduzir positivamente o consumo de energia elétrica utilizado para o tratamento e produção de água.

4.4 ANÁLISE DO ÍNDICE IN013

As perdas caracterizadas por esse índice representam o volume de água que foi utilizado pelo consumidor e que por algum motivo não foi contabilizado ou medido, causando as perdas no faturamento, sendo medido como percentual. A figura 7 apresenta a variação do índice IN013 no período de 2015 a 2021 em todas as cidades escolhidas.

Figura 7. Gráfico do índice IN013



Fonte: Autor.

Percebe-se que o gráfico da Figura 7 apresenta valores negativos e essa diminuição percentual se dá pelo fato de o volume de água faturado ser superior ao montante do volume de água que é produzida, tratada importada e o volume de serviço. Conforme PIMENTEL (2022), esse comportamento revela uma melhora na eficiência das perdas por faturamento, sendo motivada pelo aumento no atendimento da água para a população. Em Aratuba, Guaramiranga e Ocara essa performance é observada na maioria dos anos.

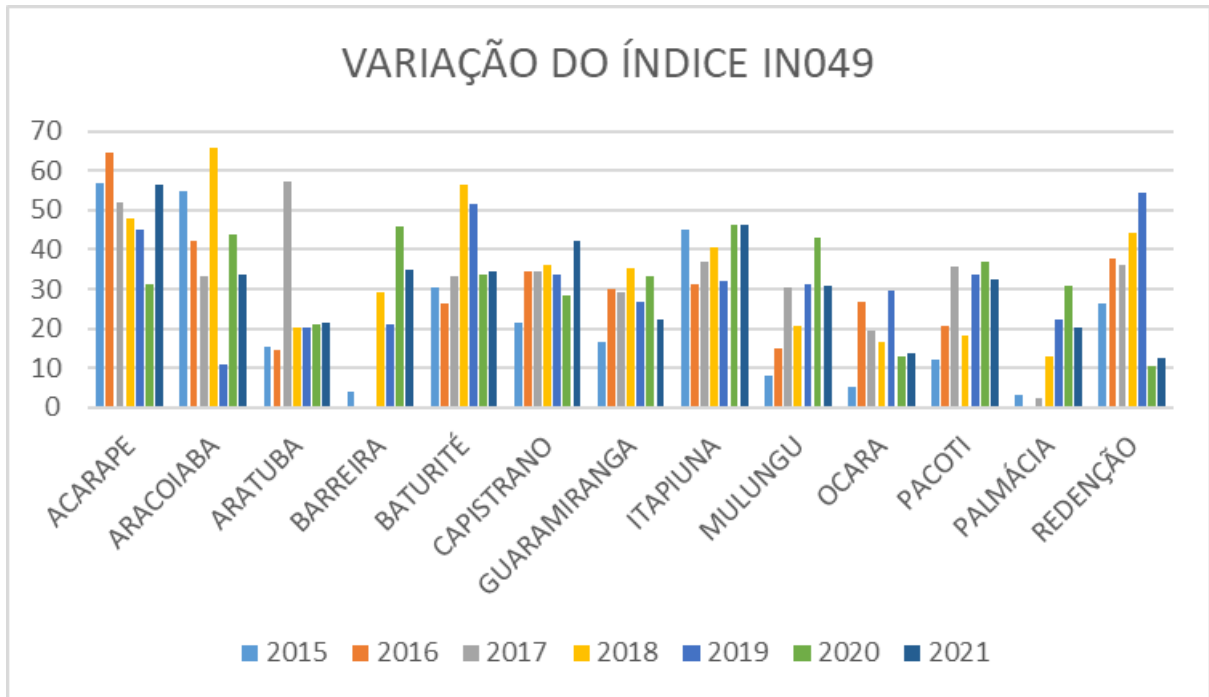
Esse índice crescente reflete perdas significativas para prestadoras de serviços, em Redenção por exemplo essas perdas chegam a quase 70% no pior dos casos do período estudado.

4.5 ANÁLISE DO ÍNDICE IN049

As perdas caracterizadas por esse indicador correspondem ao volume de água que mesmo passando pelo sistema de distribuição, não é vendido ou fornecido de forma gratuita

aos usuários finais, sendo medido como percentual. A figura 8 apresenta a variação do índice IN049 no período de 2015 a 2021 em todas as cidades escolhidas.

Figura 8. Gráfico do índice IN049

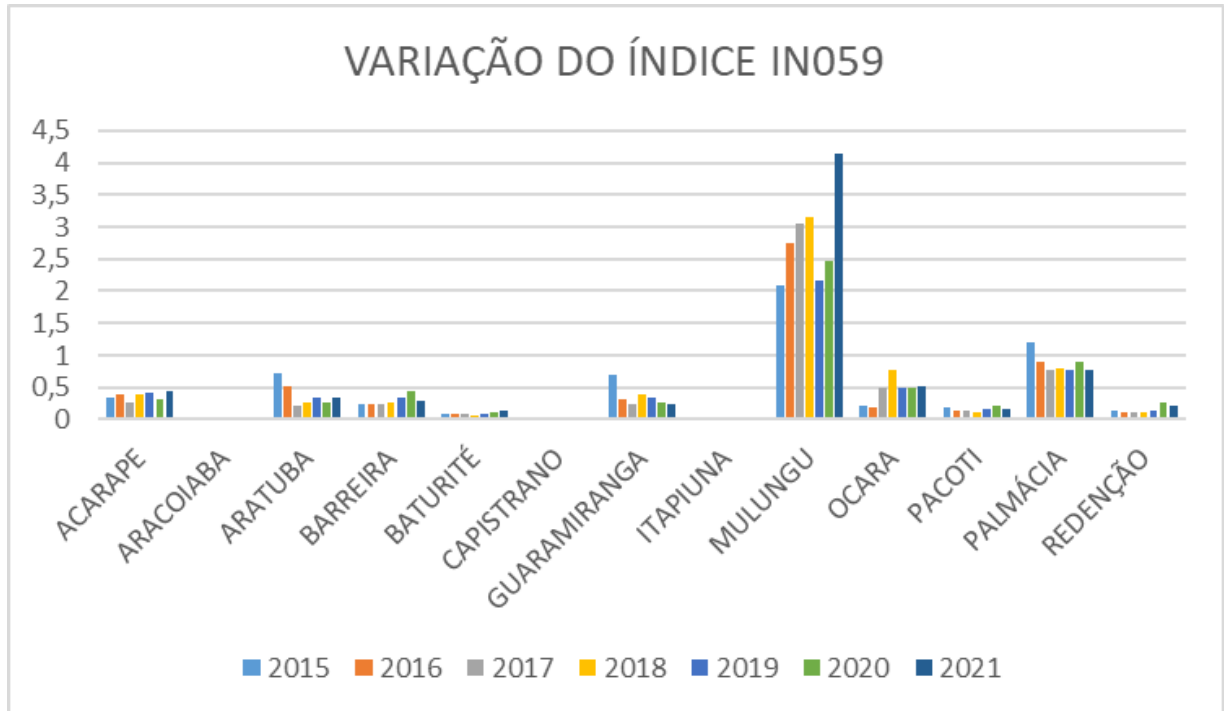


Fonte: Autor.

A maioria das perdas na distribuição estão relacionadas a vazamentos e fraudes nas redes de distribuição. Devido a uma diversidade de fatores, as perdas pela distribuição de água tendem a aumentar. Ações como renovação da estrutura e reparo de vazamentos são de suma importância para a diminuição desse índice, o decréscimo desse indicador expressa uma grande redução nos custos e consequentemente o aumento da receita para o município. É visível a grande variação desse índice ao longo dos anos na maioria dos municípios, dentre eles pode-se destacar como um dos melhores comportamentos o do município de Ocara que além de apresentar decréscimos, não houve um crescimento expressivo do indicador como na maioria dos municípios e ainda manteve os índices baixos nos últimos anos do período estudado.

4.6 ANÁLISE DO ÍNDICE IN059

Esse índice expõe os resultados da utilização de energia elétrica atrelado aos sistemas de esgoto, considerando todo o volume coletado e é medido em kWh/m³. A figura 9 apresenta a variação do indicador IN059 no período de 2015 a 2021 em todas as cidades escolhidas.

Figura 9. Gráfico do índice IN059

Fonte: Autor.

De início já é possível constatar que alguns municípios não apresentam nenhum valor nos índices, são eles: Aracoiaba, Capistrano e Itapiúna. Como não existe nenhum valor no sistema para essas localidades, certamente não há acompanhamento dessas informações pois esses índices agregam todas as unidades que compõem os sistemas, desde as operacionais até as administrativas. Um dos motivos para o não acompanhamento desses índices pode estar relacionado à não oferta desse tipo de serviço para a população.

Dentre os demais municípios, o que apresenta o consumo mais expressivo decorrente desse serviço é o município de Mulungu, que em todo o período estudado tem o consumo maior que os demais municípios.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo explorou a qualidade das informações obtidas no SNIS sobre indicadores de eficiência energética aplicados aos serviços que compreendem o abastecimento de água presentes na literatura, os indicadores selecionados para o estudo foram os seguintes: IN037, IN060, IN058, IN049, IN013 e o IN059.

O grupo de municípios que compõe a região do Maciço de Baturité apresentou informações suficientes para o preenchimento total da maioria dos gráficos formados para a investigação, esse ponto é positivo dado que em algumas regiões essa análise seria prejudicada

pela falta de informações ou serviços.

Todos os dados coletados foram processados com o intuito de mostrar um panorama sobre as variações de cada indicador em cada cidade ao longo do período de anos estabelecido. Compreender essas variações é importante pois esses indicadores afetam diretamente tanto a economia de cada município, como a qualidade de vida de cada habitante e a expansão desse estudo ainda permite estimar as melhorias em períodos de médio e longo prazo para cada local.

Analisando os gráficos, um dos fatores considerados como influenciador da variação ao longo dos anos foi o fenômeno El Niño, com o intuito de explorar ainda mais essas variações no período escolhido, posteriormente podem ser adicionados os impactos causados pela crise hídrica na região como fator chave. Além disso o aporte populacional também reflete como um grande influenciador a ser considerado, pois reflete diretamente no consumo de cada cidade.

A análise detalhada e a aplicação de técnicas e metodologias de eficiência para um melhor aproveitamento de cada indicador trariam diversos benefícios para a região, essas responsabilidades estariam associadas tanto aos prestadores de serviço como à gestão de cada município e conseqüentemente refletindo em toda a população.

Espera-se que as todas informações obtidas possam ser utilizadas pelos gestores dos municípios e gestores das prestadoras de serviços para a tomada de decisões estratégicas e elaboração de políticas públicas voltadas para a gestão dos sistemas de abastecimento. Também é esperado que o estudo futuramente possa servir como base para pesquisas sobre o tema.

REFERÊNCIAS

- ALEGRE, Helena. Indicadores de desempenho de sistemas de abastecimento de água– trabalho em curso no âmbito da IWSA. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. 1998, São Paulo, SP. **Anais do X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**. São Paulo: ABAS, 1998. Disponível em: https://www.pseau.org/outils/ouvrages/ersar_indicadores_de_desempenho_para_servicos_de_abastecimento_de_agua_2004.pdf. Acesso em: 20 dez. 2022.
- ALEGRE, Helena; HIRNER, Wolfram; BAPTISTA, Jaime Melo; PARENA, Renato. **Indicadores de desempenho para serviços de abastecimento de água**. Tradução: DUARTE, Patrícia; ALEGRE, Helena; BAPTISTA, Jaime Melo. Lisboa, PT: Serie Guias Técnicos-Instituto Regulador de Águas e Resíduos. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2004. Disponível em: https://www.pseau.org/outils/ouvrages/ersar_indicadores_de_desempenho_para_servicos_de_abastecimento_de_agua_2004.pdf. Acesso em: 25 jan.2023.
- BAHIA, Leandro Oliveira. **Guia referencial para construção e análise de indicadores**. Brasília, DF: Enap, 2021. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/handle/1/6154>. Acesso em: 05 mar. 2023.
- BARROS, Pedro Silva.; SCHUTTE, Giorgio Romano; SANNÁ, Pinto Luiz Fernando. **Além da autossuficiência: O Brasil como protagonista no setor energético**. Brasília, DF: Texto para Discussão, 2012. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1187/1/TD_1725.pdf. Acesso em: 09 abr. 2023
- BOAVENTURA, Joana Duarte. **Indicadores de desempenho: Uma ferramenta no processo de melhoria contínua aplicada à gestão de um sistema multimunicipal**. 2013. 147 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil- Especialização em Hidráulica), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2013. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/302970463.pdf> . Acesso em: 12 jun. 2023.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de saneamento**, Fundação Nacional de Saúde. 5.ed. Brasília, DF: Funasa, 2019. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/biblioteca-eletronica/publicacoes/engenharia-de-saude-publica>. Acesso em: 11 jun. 2023.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS) Conceitos, características e interfaces dos serviços públicos de saneamento básico**. Brasília, DF: Editora, 2009. 193p. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/pmss>. Acesso em: 10 jun. 2023.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento-SNS. **Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgoto**. Brasília, DF, 2022. Disponível em: http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2020/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_AE_SNIS_2021.pdf. Acesso em: 22 maio 2023.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Sistema Nacional de Informações sobre

Saneamento-SNIS. **Glossário de Informações - Água e Esgotos**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <http://antigo.snis.gov.br/glossarios>. Acesso em: 20 out. 2022.

BRASIL. **Plano Nacional de Segurança Hídrica-PNHS**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-segurancahidrica-pnsh>. Acesso em: 12 mar. 2023.

CAUS, Tuane Regina. **Energia hidrelétrica: eficiência na geração**. 2014. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização (Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos-EaD), Universidade Federal de Santa Maria, Camargo, RS, 2014. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/1380/Caus_Tuane_Regina.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 20 dez. 2022.

CLAUBERG, Ana Paula Coelho; HENKES, Jairo Afonso; BECEGATTO, Valter Antonio. FONTES HÍDRICAS: SETOR ENERGÉTICO BRASILEIRO E O INCREMENTO DAS PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS. **Revista Brasileira de Meio Ambiente & Sustentabilidade**, v. 1, n. 4, p. 134–174, 2 jul. 2021. Disponível em: <https://rbmaes.emnuvens.com.br/revista/article/view/95>. Acesso em: 04 maio 2022.

CORREIA, Thamirys de Sousa; LUCENA, Wenner Glaucio Lopes; CAVALCANTE, Paulo Roberto Nóbrega. Desempenho, Gestão das Perdas Técnicas e Eficiência Energética do setor de saneamento. **Management Control Review**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 26–45, 2021. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/managementcontrolreview/article/view/4168>. Acesso em: 12 jun. 2023.

COSTA, Adriana Guimarães. **Sistemas de abastecimento de água**. Brasília, DF: UnB, 2015. Disponível em: <https://www.studocu.com/pt-br/document/universidade-de-brasilia/engenharia-civil/sistema-de-abastecimento-de-aguas-livro/27104812>. Acesso em: 22 mar. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Ministério de Minas e Energia. **Nota Técnica DEA 14/10 Eficiência energética na indústria e nas residências no horizonte decenal (2010-2019)**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-245/topico-270/20100809_4\[1\].pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-245/topico-270/20100809_4[1].pdf). Acesso em: 04 maio 2022.

FARIAS, Pedro Augusto Silva Sabino de. **Desenvolvimento de indicador de desempenho hidroenergético em redes de distribuição de água**. 2017. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/12844?locale=pt_BR. Acesso em 30 jan. 2023.

FIGUEIREDO, Priscila Oliveira de Souza Donadello; SANTOS, Daniel Costa dos; POSSETTI, Gustavo Rafael Collere; LARA, Mauro Obladen de. O USO DE INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO HIDROENERGÉTICO DE UMA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA. In. **Anais Eletrônicos 28º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro: ABES, 2015. Disponível em: <https://www.abes-dn.org.br/anaiseletronicos/trabalhocompleto.php?evento=29>. Acesso em 13 nov. 2022.

GALVÃO JÚNIOR, Alceu de Castro; SILVA, Alexandre Caetano da. **Regulação: indicadores para a prestação de serviços de água e esgoto**. Associação Brasileira de

Agências de Regulação. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora Ltda., 2006. Disponível em: <https://abar.org.br/mdocs-posts/regulac%CC%A7a%CC%83o-indicadores-para-a-prestac%CC%A7a%CC%83o-de-servic%CC%A7os-de-agua-e-esgoto/>. Acesso em: 24 fev. 2023.

HAMDAN, Otávio Henrique Campos. **Avaliação de indicadores aplicados a sistemas de abastecimento de água em Minas Gerais segundo portes populacionais**. 2016. 139 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-AV3LTZ>. Acesso em: 04 maio 2022.

HENNING, Luciano Augusto. **Descaminhos Da Política Energética No Brasil: Energias Renováveis, Gás De Xisto E A Entrega Do Pré-Sal**. 2019. 176 f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/200816>. Acesso em: 12 mar. 2023.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ-IPECE. **Pesquisa revela que dos 9,1 milhões de habitantes no Ceará, 77,4% estão em áreas urbanas e 22,6% em áreas rurais**. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/2021/01/29/pesquisa-revela-que-dos-91-milhoes-de-habitantes-no-ceara-774-estao-em-areas-urbanas-e-226-em-areas-rurais/>. Acesso em: 02 maio. 2022.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Ranking do Saneamento 2022**. São Paulo, SP: GO Associados. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2022/>. Acesso em: 11 jun. 2022.

KUSTERKO, Sheila Karoline. **Uso de indicadores de desempenho como auxílio nos estudos de eficiência energética em sistemas de abastecimento de água**. 2009. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/124364>. Acesso em 13 nov. 2022.

NEOWATER. **Conheça os tipos de empresa de abastecimento de água e como funcionam**. [s.l], 2022. Disponível em: <https://www.neowater.com.br/post/abastecimento-agua-empresa-saneamento>. Acesso em: 02 ago. 2022.

OLIVEIRA, Marlian Leão de. Desenvolvimento de método para avaliação de desempenho de sistemas de abastecimento de água: aplicação ao caso da RIDE DF e Entorno. 2016. 255 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia, Ambiente e Recursos Hídricos). Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2016. Disponível em: <http://ptarh.unb.br/wp-content/uploads/2017/03/Oliveira-2016-Disserta%C3%A7%C3%A3o-Avalia%C3%A7%C3%A3o-de-SAA-Vers%C3%A3o-Oficial-PDF.pdf>. Acesso em: 05 maio 2023.

OLIVEIRA, Misael Dieimes de. Desenvolvimento, aplicação e avaliação de sistema de indicadores de desempenho de estações de tratamento de água. 2014. 156 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-9KSFV3>. Acesso em: 04 maio 2022.

ONU. **Declaração universal dos direitos humanos**. 2010. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2018/10/DUDH.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS-ONU. Gabinete do Alto Comissário para os Direitos Humanos (ACNUDH), Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (ONU-Habitat), Organização Mundial de Saúde (OMS). **(O) Direito à Água**. Fact sheet N.º 35. 2010. Disponível em: <http://www.ohchr.org/Documents/Publications/FactSheet35en.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2023.

PARRAS, Isabela Garcia. **Modelo matemático para a otimização energética em sistemas de abastecimento, considerando zonas de pressão e condições estruturais**. 2020. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Faculdade de Engenharia de Bauru, São Paulo, SP, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/193069>. Acesso em: 05 maio de 2023.

PIMENTEL, R. G. R. **Influência de indicadores de desempenho nos serviços de abastecimento de água municipal, no contexto da Agenda 2030**. 2022. Artigo científico (Especialização em Controle da Desestatização e da Regulação) – Instituto Serzedello Corrêa, Escola Superior do Tribunal de Contas da União, Brasília DF.

PINTO, Eduardo Costa. Nacionalismo energético, Petrobras e desenvolvimento brasileiro: a retomada interdita. **OIKOS (Rio de Janeiro)**, v. 19, n. 1, 13 jun. 2020. Disponível em: <http://www.revistaokos.org/seer/index.php/oikos/article/view/639>. Acesso em: 04 maio 2022.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA-PROCEL. **Resultados PROCEL 2019**. 2019. Disponível em: http://www.procelinfo.com.br/resultadosprocel2019/Procel_rel_2019_web.pdf. Acesso em: 20 maio 2022.

RIBEIRO, Bruno de Oliveira Gomes; SILVA, Kiane Alves e. **Indicador de eficiência energética para auxiliar a tomada de decisão de investimento em projetos de eficiência energética em instituições de ensino**. 2018. 75 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2018. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10180/1/CT_COELE_2018_1_08.pdf. Acesso em: 11 jun. 2023.

SANTI, Aline Doria de. **Benchmarking aplicado ao controle das perdas de água no contexto das bacias hidrográficas Piracicaba, Capivarí e Jundiá**. 2018. 178 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental). Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2018. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-25092018-111447/pt-br.php>. Acesso em: 21 mar. 2023.

SOUZA, Lucas Emanuel Goecking Liesner de; LIMA, Carolina Carneiro. ENERGIA NUCLEAR: DESAFIO ATUAL, UNIVERSALIZAÇÃO E MEDO SOCIAL. **Dom Helder Revista de Direito**, v. 2, n. 2, p. 63–90, 8 ago. 2019. Disponível em: <http://revista.domhelder.edu.br/index.php/dhrevistadedireito/article/view/1457>. Acesso em: 04 maio 2023.

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno. Perspectivas e planejamento do setor energético no

Brasil. **Estudos Avançados**, v. 26, p. 247–260, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/ea/a/jt7HSqtLSBMhyTgGYQgzqpn/?lang=pt>. Acesso em: 04 maio 2022.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Abastecimento de água**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2004. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001438563>. Acesso em: 12 jun. 2023.

VILANOVA, Mateus Ricardo Nogueira. **Desenvolvimento e avaliação de indicadores de eficiência hidráulica e energética para sistemas de abastecimento de água como ferramenta de suporte à tomada de decisões**. 2012. 319 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica). Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista. Guaratinguetá, SP, 2012. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/106398>. Acesso em: 22 maio 2023.

ZIMERMANN, Daniela Mara Hoffmann. **O uso de indicadores de desempenho para planejamento e regulação dos serviços de abastecimento de água**. 2010. 189 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/94632>. Acesso em: 22 maio 2023.