

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS A. C. SIMÕES
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE
CURSO DE ADMINISTRAÇÃO

MARIANA RODRIGUES XAVIER

**ESTRUTURAÇÃO DE PROBLEMAS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE
ÁGUA DE MACEIÓ-AL**

Maceió - AL

2023

MARIANA RODRIGUES XAVIER

**ESTRUTURAÇÃO DE PROBLEMAS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE
ÁGUA DE MACEIÓ-AL**

Trabalho de Conclusão de Curso na modalidade Relatório de Iniciação Científica Estendido apresentado ao curso de Administração da Universidade Federal de Alagoas como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Madson Bruno da Silva Monte

Maceió - AL

2023

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária: Taciana Sousa dos Santos – CRB-4 – 2062

- X3e Xavier, Mariana Rodrigues.
 Estruturação de problemas no sistema de abastecimento de água de
 Maceió - AL / Mariana Rodrigues Xavier. – 2023.
 34 f. : il.
- Orientador: Madson Bruno da Silva Monte.
 Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Administração) –
 Universidade Federal de Alagoas. Faculdade de Economia, Administração e
 Contabilidade. Maceió, 2023.
- Bibliografia: f. 28-34.
1. Tomada de decisão. 2. Sistema de abastecimento de água – Maceió
(AL). 3. Soft Systems Methodology (SSM). I. Título.
- CDU: 658.265 : 628.1.033 (813.5)

AGRADECIMENTOS

Como um trabalho fruto da iniciação científica agradeço, primeiramente, a meu orientador Prof. Dr. Madson Bruno da Silva Monte, que me presenteou com a oportunidade de desenvolver esta pesquisa e me fez gostar um pouco mais de pesquisa operacional, igualmente a Ana Carolina da Conceição Correia, que está presente a cada ilustração cuja fonte é “autora e colaboradores” deste estudo.

Também agradeço aos professores participantes da banca examinadora, Prof. Dr. Carlos Everaldo Silva da Costa, e Prof. Dr. Rodrigo César Reis de Oliveira, cujas considerações fizeram com que eu visse meu próprio trabalho sob novas óticas.

E, de forma pessoal a Ana Cláudia Rodrigues, Daniel Monteiro Xavier Carlos, Arlene Monteiro Cabral e Shirlaine Cecília Monteiro Xavier, obrigada por todo apoio que me deram durante minha conclusão de curso.

E não só agradeço, como dedico este trabalho à minha avó, Jemima de Souza Xavier, que investiu em minha educação por longos anos, e apesar de não estar mais presente sei que neste momento estaria vibrando comigo tanto quanto quando via minhas notas do ensino fundamental.

RESUMO

A maioria das tomadas de decisão ocorrem no contexto de um sistema, porém o mundo não é um sistema perfeito, mas problemático e com problemas não estruturados, o que muitas vezes dificulta o processo de tomada de decisão tornando-o complexo. No sistema de abastecimento de água de Maceió-AL os bairros são divididos em 3 macrozonas com fontes de abastecimento diferentes, fazendo da população uma fonte de situações problemáticas divergentes, além do interesse populacional o sistema envolve ainda interesses de organizações públicas e privadas. O presente estudo foi realizado entre agosto de 2019 à julho de 2020 e teve como objetivo compreender o cenário do abastecimento de água na cidade de Maceió-AL, para isso fora utilizada a Soft Systems Methodology, uma metodologia onde as situações problemáticas são investigadas e organizadas em um sistema para identificar objetivos e apoiar decisões, 4 estágios do SSM foram aplicados: 1. Estudo do problema não-estruturado; 2. Criação da Figura Rica; 3. Criação das definições raízes; 4. Criação do Modelo Conceitual. Foram identificados dois atores principais no sistema, a Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL) responsável pelo abastecimento, e o Governo do Estado de Alagoas, acionista majoritário da companhia e com esferas responsáveis por obras, regularização de recursos e taxas do sistema. Através da análise do conteúdo de notícias jornalísticas sobre o sistema foram identificadas como principais situações problemáticas: as perdas de água na distribuição, a falta de estabilidade no abastecimento e o não cumprimento de manutenções e obras em tempo hábil. No cenário de compreensão de sistemas e estruturação de problemas o uso das atuais etapas do SSM mostrou-se suficiente, porém, apesar da criação de objetivos e alternativas de ações ter sido realizada, um maior envolvimento dos *stakeholders* poderia levar o estudo a objetivos diferentes, também vê-se a necessidade de integrar o sistema de esgoto ao estudo, visto a interligação entre os sistemas e a porcentagem de beneficiários do mesmo. Apesar do tempo entre a realização do estudo e publicação e das mudanças estruturais sofridas no sistema devido a concessão da distribuição de água, as situações problemáticas persistem, tornando o estudo fonte de apoio à decisão também para a empresa concessionária.

Palavras-chave: abastecimento de água; apoio à decisão; soft systems methodology.

ABSTRACT

Most decision-making processes occur in the context of a system, although the world is not a perfect system but problematic with unstructured problems, which often turn difficult the decision-making process making it complex. In the Maceió-AL Water Supply System the neighborhoods are divided into 3 macro zones with different water sources, making the population origin of divergent problematic situations, in addition to public interest the system also involves the interests of public and private organizations. The present study was conducted between August 2019 and July 2020 and aimed to understand the Maceió-AL water supply scenario, for this, Soft Systems Methodology was used, a methodology where problematic situations are investigated and organized on a system to identify objectives and support decisions, 4 SSM's stages were applied: 1. Unstructured problem study; 2. Rich Picture creation; 3. Root definitions creation; 4. Conceptual Model creation. Two main actors were identified in the system, the Alagoas Sanitation Company (Companhia de Saneamento de Alagoas - CASAL) responsible for the water supply, and the Government of the State of Alagoas, CASAL's majority shareholder, with spheres responsible for construction, resources and system taxes regularization. Through the content analysis of journalistic news about the water supply system from the year 2017 until 2019 were identified as main problematic situations: water losses in distribution, lack of supply stability, and non-compliance with maintenance and constructions on the proper time. In the scenario of system problems comprehension and structuring the use of the actuals SSM stages proved to be enough, however, despite the creation of objectives and actions alternatives have been done, a greater stakeholder involvement could lead the study to different objectives, there is also the necessity to integrate the sewage system into the study due to the interconnection between the systems and the percentage of beneficiaries. Despite the time between the study's completion and publication, and the structural changes undergone in the system due to the water distribution concession, the problematic situations persist, making the study also a source of decision aid for the concessionary company.

Key words: water supply; decision aid; soft systems methodology.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
1.1. Justificativa	6
1.2. Objetivos	7
2. REFERENCIAL TEÓRICO	7
2.1. Distribuição de água no Brasil	7
2.2. Sistema de abastecimento de água de Maceió	9
2.3. Apoio à tomada de decisão e métodos soft de pesquisa operacional	11
3. METODOLOGIA	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	15
4.1. Estudo do problema não-estruturado	15
4.2. Criação da figura rica	17
4.3. Criação das definições raízes	19
4.4. Criação do modelo conceitual	22
4.5. Mudanças no sistema de abastecimento de Maceió	25
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

1. INTRODUÇÃO

Segundo Daellenbach e McNickle (2005) poucas tomadas de decisão não ocorrem no contexto de um sistema, pois envolvem organizações, sejam estas empresas, instituições governamentais, ou unidades familiares. Porém o mundo não é naturalmente sistêmico, mas sim problemático e com problemas não-estruturados (ELLIS et al., 1995). Decisões no contexto da distribuição de água em ambientes urbanos envolvem múltiplas problemáticas, carregando consigo alto grau de complexidade.

O Brasil é um país rico em recursos hídricos, contando com 12% da água doce do planeta, no entanto, a disponibilidade é desigual dentro de seu território, as regiões Sudeste e Nordeste que concentram 69% da população possuem menos de 10% do volume disponível para consumo (BRASÍLIA, 2021).

No país, a água é um bem de domínio público, toda população tem direito de acesso à ela e é dever do estado garantir este acesso. As redes públicas de abastecimento de água estão disponíveis para 84,1% da população brasileira, em áreas urbanas o número chega a 93,4%, sendo as regiões Norte e Nordeste as com menores índices de acesso, com, respectivamente, 72% e 89,7% da população urbana atendida (BRASÍLIA, 2021).

A capital do estado de Alagoas, Maceió, é um município predominantemente urbano, no sistema de abastecimento da cidade a produção de água é de responsabilidade da Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL), uma empresa de economia mista cujo acionista majoritário é o Estado de Alagoas. São 50 bairros no total, sendo abastecidos, segundo dados da própria Companhia, por 3 estações de captação e tratamento, compostas por um Rio, dois Riachos e 200 poços profundos. A distribuição é também dividida em 3 macrozonas de abastecimento definidas como Alta, Média e Baixa, e garante acesso à 89,61% da população do município (SNIS, 2021).

1.1. Justificativa

Sendo o sistema composto por múltiplas fontes de água direcionadas para diferentes localidades, mesmo a população representando um só *stakeholder*, os interesses populacionais podem divergir com base no serviço fornecido para sua zona específica, representando por si só uma fonte de situações problemáticas.

Além do interesse do consumidor, o sistema envolve os interesses da própria companhia de saneamento (CASAL) e do poder público, que neste cenário é representado por

múltiplos órgãos que, por sua vez, também apresentam deveres e interesses específicos no sistema, Lachtermacher (2016) explica que quanto maior o grupo de decisores envolvido maior é a complexidade do processo decisório.

A falta de estruturação das problemáticas em torno de um sistema podem dificultar a criação de objetivos e a tomada assertiva de decisões por seus componentes, visto isto a investigação e organização das problemáticas do sistema de água de Maceió-AL fora percebida como instrumento necessário à tomada de decisão.

1.2. Objetivos

O objetivo desta pesquisa é compreender o cenário do abastecimento de água na cidade de Maceió-AL.

Para isto serão cumpridos os seguintes objetivos específicos:

- Identificar os atores desse processo, de que forma atuam e o grau de responsabilidade sobre as ações relacionadas à distribuição de água;
- Estruturar as problemáticas, levantando as características do sistema e suas inter-relações;
- Identificar características comuns e divergências entre as perspectivas dos atores do sistema.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Distribuição de água no Brasil

O Brasil é um país rico em recursos hídricos, contando com 12% da água doce do planeta, no entanto, a disponibilidade é desigual dentro de seu território, a região Norte que abriga a menor parcela da população apresenta grande disponibilidade hídrica, já as regiões Sudeste e Nordeste que concentram 69% da população possuem menos de 10% do volume disponível para consumo (BRASÍLIA, 2021).

A captação e distribuição de água brasileira é pautada na Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), cujo primeiro objetivo é “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos”

(BRASIL, 1997). A PNRH define ainda que em situações de escassez a prioridade de uso da água deve ser o consumo humano e a dessedentação dos animais.

No ano de 2020 a quantidade de água destinada à consumo no Brasil foi de aproximadamente 61,46 trilhões de litros, desses metade foi destinada à irrigação, um quarto para o abastecimento urbano, 23% para os setores Industrial, Animal, Termelétricas e Mineração e 2% para o abastecimento rural (ANA, 2022).

Atualmente, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), 84,1% da população brasileira tem acesso às redes públicas de abastecimento de água, sendo as regiões Norte e Nordeste as com menores índices de atendimento, com 58,9% e 74,9% da população atendida; as porcentagens melhoram ao falar especificamente da população urbana passando à 72% da população urbana atendida na região Norte e 89,7% na região Nordeste (BRASÍLIA, 2021).

A principal fonte de água utilizada para abastecimento no Brasil são os mananciais superficiais como rios, lagos e barragens, 82,3% da população é atendida com esta água, porém nas grandes cidades o abastecimento em mais da metade dos municípios com mais de 500 mil habitantes é misto, utilizando também mananciais subterrâneos (HIRATA et al., 2019).

São considerados serviços públicos de abastecimento de água aqueles que apresentarem, vinculadas à sua finalidade as atividades de: “I - reservação de água bruta; II - captação de água bruta; III - adução de água bruta; IV - tratamento de água bruta; V - adução de água tratada; e VI - reservação de água tratada”, conforme artigo 3-C da lei 14.026 (BRASIL, 2020).

Durante essas atividades o sistema lida com diversos problemas, dentre eles podemos destacar as perdas de água, que inevitavelmente ocorrem. As perdas podem ser classificadas conforme o balanço hídrico proposto pela *International Water Association* como perdas aparentes (comerciais) onde se enquadram o uso não autorizado como fraudes e falhas de cadastro, e erros de medição; e perdas reais (físicas) onde se enquadram vazamentos e extravasamentos nos reservatórios e vazamentos nas adutoras, redes de distribuição e ramais. (HAMILTON; MCKENZIE, 2014, p.125)

No Brasil essas perdas representam 40,14% de toda água do sistema, a redução destas implicaria em uma maior disponibilidade de água para a população, a água perdida seria o suficiente para abastecer 30% da população do país durante um ano (TRATA BRASIL, 2022).

2.2. Sistema de abastecimento de água de Maceió

O sistema de produção de água da capital alagoana, Maceió, é de responsabilidade da Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL), uma empresa de economia mista com atuação desde 1962 (CASAL, c2018c). Segundo dados fornecidos pela empresa ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento o índice de atendimento total da CASAL em Maceió engloba 89,61% da população (SNIS, 2021), vale destacar que Maceió é uma cidade predominantemente urbana, em 2010 a população em área rural representava pouco menos de 0,07% da população total (IBGE, 2010).

O abastecimento é composto prioritariamente por poços profundos, diferindo do cenário nacional, são cerca de 200 poços espalhados pela cidade com captação por meio de bombas submersas e tratamento por cloração, correspondendo à aproximadamente 68% da vazão produzida na cidade; os 32% restantes são provenientes de três subsistemas principais que captam água dos mananciais superficiais Riacho Catolé, Riacho Aviação e Rio Pratagy, cada um destes conta com uma Estação de Tratamento de Água (ETA) própria (CASAL, c2018a).

A captação de água subterrânea é feita através de 41 sistemas isolados de abastecimento, que fornecem água para agrupamentos populacionais, conjuntos habitacionais e condomínios, “cada um destes sistemas possui uma infraestrutura própria e sem interligações de redes, ou seja, sem possibilidade de receber águas de outros sistemas” (MACEIÓ, 2017, p. 134).

Em 29 de maio de 2020 foi publicado um edital de licitação para concessão dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário da Região Metropolitana de Alagoas, incluindo a capital Maceió, durante 35 anos (BNDES, 2020a), no fim de setembro houve o leilão da concessão, a empresa vencedora foi a BRK Ambiental Participações S.A. que passou a ser responsável pela distribuição da água em Maceió (BNDES, 2020b).

Antes da concessão a responsabilidade pela distribuição de água na capital era da CASAL, com a entrada da BRK Ambiental a empresa passou a ser responsável apenas pelo sistema produtor, fazendo a captação, tratamento e fornecimento da água tratada em 39 reservatórios de responsabilidade da BRK (BRK, 2021a, 2021c).

O problema de perdas de água também se mostra presente em Maceió, de acordo com o SNIS 2020 estima-se que mais da metade da água (59,67%) da cidade seja perdida na distribuição (TRATA BRASIL, 2022). O que deixa a cidade 19,53% acima da média nacional,

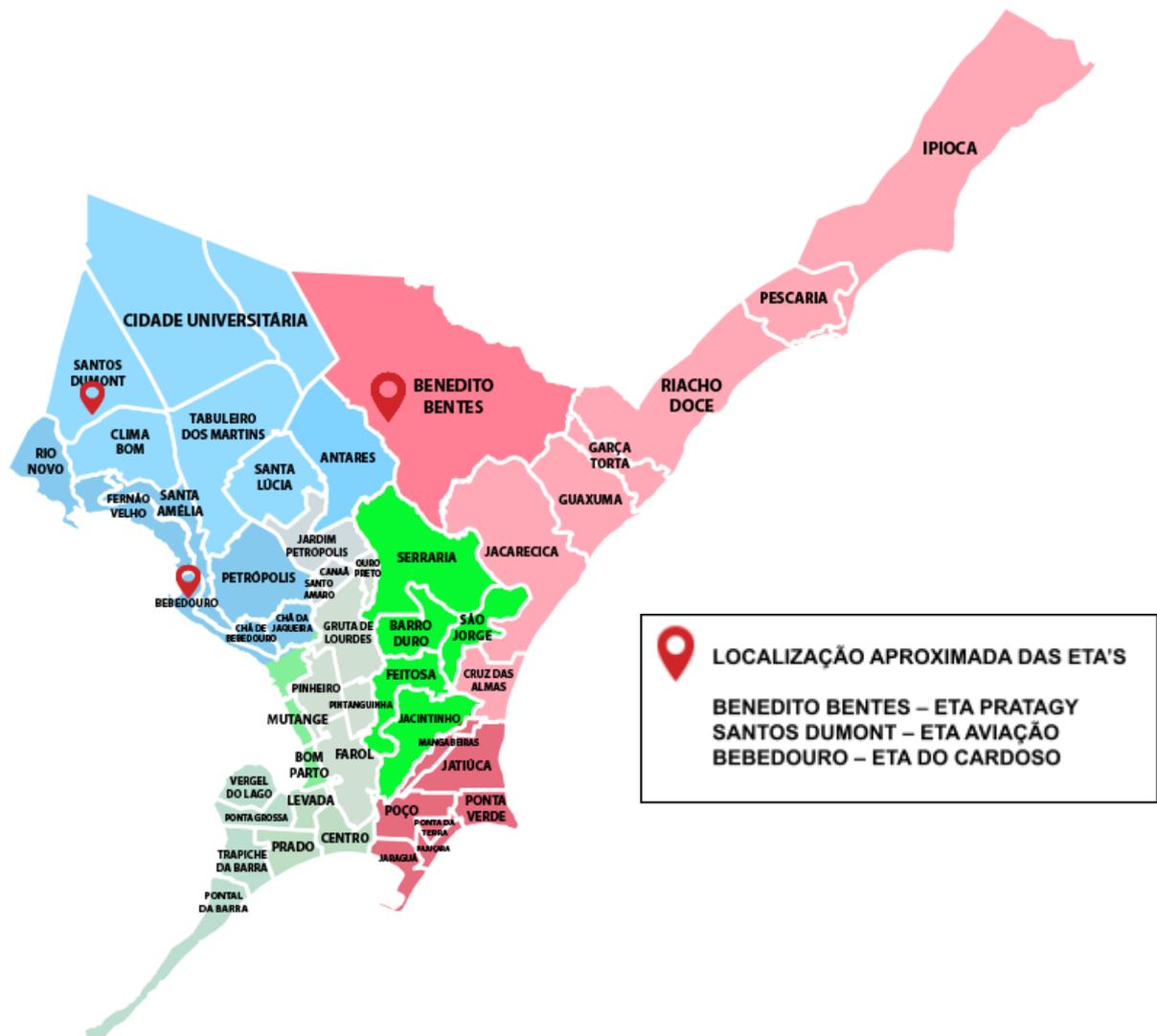
e, em porcentagem semelhante, distante da meta do Plano Nacional de Saneamento Básico de perdas na região nordeste para o ano de 2023, que pode ser observada na tabela 1.

Tabela 1 - Indicador de perdas de água na distribuição no País e macrorregiões: situação em 2010, e metas para 2023 e 2033 (%).

Indicador	Fonte	Ano	BRASIL	N	NE	SE	S	CO
	SNIS	2010	39,0	51,0	51,0	34,0	35,0	34,0
A6. % do índice de perdas de água na distribuição	SNIS	2017	38,3	55,1	46,3	34,4	36,5	34,1
	Metas do	2023	34,0	41,0	41,0	32,0	32,0	31,0
	Plansab	2033	31,0	33,0	33,0	29,0	29,0	29,0

Fonte: Brasil (2019)

Figura 1 - Mapa de Maceió



Fonte: Adaptado pela autora com base em Maceió (2022b).

2.3. Apoio à tomada de decisão e métodos *soft* de pesquisa operacional

A tomada de decisão segundo Lachtermacher (2016, p. 31) “é o processo de identificação de um problema ou de uma oportunidade e a seleção de uma linha de ação para resolvê-lo”, ela pode ser afetada por diversos fatores, dentre estes destacam-se: o tempo disponível para que a decisão seja tomada, o nível de importância da decisão, o ambiente (local) onde a decisão será tomada, o grau de certeza/incerteza e risco que há na decisão, e os agentes decisores envolvidos assim como o conflito de interesses que pode existir entre eles; quanto maior o grupo de decisores maior é a complexidade do processo decisório (LACHTERMACHER, 2016).

A utilização de métodos para o apoio à tomada de decisão começou a ser desenvolvida na Inglaterra durante a Segunda Guerra Mundial, esses estudos do campo da Pesquisa Operacional (PO) buscavam inicialmente solucionar problemas de natureza logística, tática e militar (FAVERO; BELFIORE, 2012). No quadro 1 as principais fases de um estudo típico de PO podem ser observadas.

Quadro 1 - Fases usuais de um estudo de PO

1	Definir o problema de interesse e coletar dados
2	Formular um modelo matemático para representar o problema
3	Desenvolver um procedimento computacional a fim de derivar soluções para o problema a partir do modelo
4	Testar o modelo e aprimorá-lo conforme necessário
5	Preparar-se para a aplicação contínua do modelo conforme prescrito pela gerência
6	Implementar

Fonte: Hillier (2006).

O modelo consiste em uma representação simbólica que busca entender as interações presentes em um sistema, buscando refletir a realidade para que as soluções obtidas no modelo sejam válidas para o problema real (BATEMAN, 2013; HILLIER, 2006).

Porém, apesar de poucas serem as tomadas de decisão que não ocorrem dentro de um sistema (DAELLENBACH; MCNICKLE, 2005) o mundo não é um sistema perfeito, podendo nos deparar com problemas não-estruturados onde as metodologias tradicionais de pesquisa operacional (*Hard Systems Thinking*) que se concentram em problemas bem definidos acabam não sendo aplicáveis.

As discussões sobre as limitações dessas metodologias permeiam os anos 60, e resultam no surgimento dos Métodos de Estruturação de Problemas (PSMs) e no campo da Pesquisa Operacional *Soft* que assume que o mundo é problemático, e que é preciso, primeiramente, lidar com as situações problemáticas para que ele possa ser organizado como um sistema (CHECKLAND, 1983, 1985b apud ELLIS, K. et al, 1995).

Desta forma, os PSMs não têm o propósito direto de resolver os problemas, mas sim auxiliar em sua estruturação, dentre as metodologias mais aplicadas podemos destacar a *Strategic Choice Approach* (SCA) de Friend e Hickling, *Strategic Options Development and Analysis* (SODA) de Colin Eden e *Soft Systems Methodology* (SSM) de Peter Checkland (ROSENHEAD, 1996).

3. METODOLOGIA

O presente estudo é de natureza quanti-qualitativa e buscou estruturar problemas no abastecimento de água de Maceió no período de agosto de 2019 à julho de 2020 com a utilização da metodologia *Soft Systems Methodology* (SSM).

A *Soft Systems Methodology* é uma metodologia de estruturação de problemas que utiliza o enfoque sistêmico para a compreensão de situações-problemas e identificação de ações de melhoria; apesar de ter surgido nos anos 70 seu autor, Peter Checkland, continuou desenvolvendo-a em mais de uma década de pesquisa (LINS; ANTOUN, 2018).

A SSM é composta por 7 estágios, descritos por meio do quadro 2, porém visto que o foco deste estudo era o entendimento inicial sobre o sistema, a mesma não foi utilizada em sua totalidade, tendo sido dado maior foco à execução completa dos estágios 1 e 2, e à execução preliminar dos estágios 3 e 4. Visto que as etapas de coleta de dados do estudo estiveram concentradas no período de advento da pandemia por COVID-19 no Brasil a coleta se deu por meio de documentação indireta com aplicação da análise quantitativa de conteúdo.

Bardin (2011) define a análise de conteúdo como um conjunto de técnicas para análise das diversas formas de comunicações, estas técnicas podem apresentar abordagem qualitativa ou quantitativa.

Na análise quantitativa, o que serve de informação é a frequência com que surgem certas características do conteúdo. Na análise qualitativa é a presença ou a ausência de uma característica de conteúdo ou de um conjunto de características num determinado fragmento de mensagem que é tomada em consideração (BARDIN, 2011, p. 26-27).

Quadro 2 - Descritivo dos Estágios da *Soft Systems Methodology*

ESTÁGIO	DESCRIÇÃO
1	É representado pela identificação de situações problemáticas que precisam mudar ou serem revistas, esse estágio envolve pesquisas básicas para descobrir quem são os principais stakeholders e qual é a performance e problemas atuais da situação, nesse estágio o problema ainda está não-estruturado.
2	Neste estágio a situação problema será expressa, para que isto aconteça é feito um levantamento das percepções dos stakeholders, de como essas percepções e as informações já coletadas se relacionam e os possíveis conflitos que podem gerar, essas informações são representadas graficamente (figura rica) e setas/linhas são utilizadas para demonstrar quais informações estão relacionadas
3	Acontece a criação de definições raízes (<i>root definitions</i>) Cunha, Silva e Morais (2015) as definem como sentenças que descrevem de forma sucinta a natureza fundamental do sistema; é necessário que a definição raiz seja precisa e reflita o propósito do sistema e como ele funciona.
4	São criados modelos conceituais para as definições raízes, estes modelos contém um conjunto das atividades necessárias para que os objetivos (<i>outputs</i>) presentes nas definições raízes sejam atingidos, os modelos conceituais não são representações do sistema existente, mas precisam ser viáveis.
5	É feita a comparação entre os modelos conceituais e o mundo real, os stakeholders discutem e identificam quais mudanças precisam ser feitas para que o sistema real se aproxime do modelo conceitual. Nesta etapa é possível construir uma tabela de três colunas indicando: O que o modelo conceitual sugere (1); O que acontece no mundo real (2); E o que efetivamente podemos (<i>stakeholders</i>) fazer.
6	Há a definição de mudanças que são desejáveis e atingíveis, pois apesar de que idealmente todas as resoluções definidas deveriam ser aplicadas, no mundo real a organização lida com recursos finitos e precisa gerenciá-los. Desta forma serão definidas quais recomendações serão implementadas, nesta etapa ainda podem ocorrer conflitos de ponto de vista e interferências culturais.
7	No sétimo estágio as ações consideradas desejáveis e atingíveis serão implementadas, formando novos sistemas e afetando o sistema maior da organização, fazendo assim o processo do SSM recomeçar.

Fonte: Elaborado pela autora com base em Checkland (1985); Cunha, Silva e Morais (2015); e Burge (2015).

A aplicação do SSM neste estudo se deu da seguinte forma:

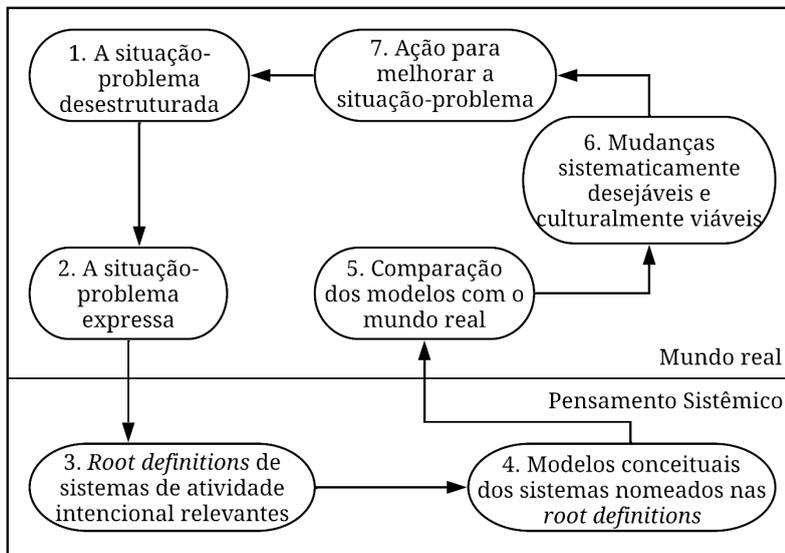
No primeiro estágio foram realizadas pesquisas documentais e bibliográficas, e a análise do conteúdo de matérias jornalísticas. Foram utilizadas como fontes documentos públicos, governamentais e da própria empresa, dados estatísticos e material jornalístico, escrito e audiovisual, envolvendo o sistema específico. Para a análise do conteúdo foram consideradas matérias jornalísticas presentes no Google News com publicação de 2017 a 2019 que contivessem as palavras-chave: CASAL, Água e Maceió.

No segundo estágio, as informações relevantes detectadas no estágio anterior foram destacadas por meio de representação gráfica (imagens) e vinculadas através de setas demonstrando as relações existentes no sistema.

No terceiro estágio foram criados diagramas de transformações *input-output* identificadas como desejáveis, com base nestas transformações houve a criação do CATWOE do sistema e definições raízes (*root definitions*).

Por último, fora criado um só modelo conceitual que engloba todas as definições raízes criadas, concentrando as atividades vistas como necessárias para o sistema em um único modelo gráfico e facilitando a visualização completa.

Figura 2 - Estágios do SSM



Fonte: Adaptado pela autora de Lins e Antoun (2018).

Figura 3 – Fluxograma do SSM aplicado nesta pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Tendo em vista as alterações sofridas pelo sistema no período que engloba o fim da pesquisa e a divulgação deste relatório estendido optou-se pelo acréscimo ao fim do capítulo 4 de uma breve atualização quanto à situação do sistema em relação ao modelo conceitual proposto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os tópicos 4.1. a 4.4. representam a aplicação do SSM entre agosto de 2019 a julho de 2020 quando a CASAL era responsável pela distribuição de água na cidade. Para fins de atualização parcial das informações fora acrescentado o tópico 4.5.com uma breve discussão das principais alterações que o sistema sofreu e de como os dados apresentados se alteraram em relação à pesquisa inicial.

4.1. Estudo do problema não-estruturado

Nesta primeira etapa foram feitas pesquisas gerais quanto a situação do abastecimento de Maceió, para isso foram considerados artigos acadêmicos e jornalísticos, reportagens, publicações em sites oficiais do governo e da Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL).

Foram identificados três principais *stakeholders*: a Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL), responsável pelo abastecimento, o Governo do Estado de Alagoas, principal acionista da Companhia, e a população, principal consumidora do sistema.

Além da divisão do sistema em múltiplas fontes de água (2 riachos, 1 rio e 200 poços profundos), verificamos a divisão da distribuição de água em 3 macrozonas de abastecimento, definidas pela companhia como Zona Alta, Média e Baixa, a exemplificação, por escrito, fornecida pela companhia pode ser observada no quadro 3.

Quadro 3 - Macrozonas de abastecimento da cidade de Maceió

Zona Alta	Compreende o platô mais alto da cidade, indo da Cidade Universitária, ao norte, até uma linha transversal entre o Parque das Flores e a Chã de Bebedouro.
Zona Média	Da linha citada, a área se estende até as Avenidas Comendador Gustavo Paiva, Comendador Calaça e Rua Barão de Atalaia.
Zona Baixa	Abrangendo toda a área baixa da cidade, faixa lagunar e costeira, próximo ao nível do mar.

Fonte: Casal (c2018a).

As notícias e reportagens jornalísticas também permitiram identificação de órgãos governamentais específicos ligados ao sistema, obras no sistema, por exemplo, são de responsabilidade da Secretaria de Estado da Infraestrutura (Seinfra), já as fontes alternativas de água são regularizadas pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (Semarh), foi divulgada pela Assessoria de Comunicação da Semarh uma reunião onde a Secretaria buscava regularizar a captação de água para abastecimento (ALAGOAS

24H, 2017), a Semarh é a atual responsável por outorgas de captação, verificou-se que no fim de 2016, haviam mais de 100 pedidos de outorgas no estado, onde 60% eram do Município de Maceió, a maioria dos solicitantes eram condomínios residenciais que não queriam o abastecimento da CASAL (CARVALHO, 2016).

Ao optar pelas fontes alternativas, os consumidores não pagam a taxa de esgoto sanitário cobrada pela CASAL (ALAGOAS 24h, 2017) que recai sobre a conta de água no valor de 100% do consumo (CAVALCANTE, 2020). As tarifas de saneamento são regularizadas pela Agência Reguladora de Serviços Públicos do Estado de Alagoas (ARSAL).

A companhia responsável pelo tratamento de esgoto na cidade também é a CASAL, sendo a conta para ambos os serviços única, desta forma as palavras-chaves retornaram além de notícias sobre o abastecimento, notícias quanto ao saneamento. Estas notícias foram descartadas por não fazerem parte do escopo inicial, no entanto, destaca-se a informação de que Maceió é a única cidade do estado beneficiada com serviços de saneamento básico privado e que, ainda assim, o serviço é presente apenas na parte alta da cidade, para 33% da população (7SEGUNDOS, 2020), mostrando o cenário de saneamento da cidade como preocupante.

Ao pesquisar sobre as situações problemáticas do sistema, dos problemas enfrentados pela Companhia de abastecimento, o fator perda é o que mais se destaca, Ferro (2019) coordenador técnico da CASAL informou que as perdas giravam entre 50 à 60%. José Heleno (2019) supervisor de combate a fraudes da CASAL apontou que são notificadas de 160 a 180 irregularidades mensais no abastecimento de água, dentre elas ligações clandestinas (gatos) e vazamentos, o que pode justificar, em partes, os altos índices de perdas.

Na esfera governamental podemos destacar a não-conclusão de obras previstas no sistema, o Sistema Pratagy, por exemplo, foi projetado para conseguir uma vazão de 4320 l/s em sua quarta etapa, ele atualmente apresenta apenas 600 l/s de vazão, vazão menor do que a idealizada para a primeira fase da obra (CASAL, c2018a). Em agosto de 2015 houve a assinatura de uma ordem de serviço para início das obras do Sistema Meirim-Pratagy, que seria uma ampliação do atual sistema Pratagy por meio da captação no Rio Meirim, na época o governo do estado investiu 16 milhões na ampliação do sistema, que tinha obras com prazo de conclusão de 12 meses (GAZETA DE ALAGOAS, 2015). Na página da CASAL referente ao Sistema de Distribuição da Capital, o Rio Meirim não é citado.

Quanto aos principais problemas enfrentados pela população, pudemos identificar as seguintes queixas através da análise de reportagens disponibilizadas pelas emissoras locais: falta de água, vazamentos e falta de manutenção.

Apesar dos vídeos poderem ser utilizados como panorama do que mais incomoda a população, visto que esta procura ajuda externa da mídia para chamar a atenção da companhia, eles, no entanto, não são suficientes para determinar quais são os problemas com maior incidência, tendo em vista que situações rápidas de falta de água podem não ser relatadas pela mídia, e que em casos como a falta de manutenção o problema pode levar anos para ser relatado.

4.2. Criação da figura rica

Nessa etapa houve análise das informações anteriormente coletadas para identificar as ligações e responsabilidades das partes do sistema e representá-los na figura rica (figura 4). Ao todo foram levantadas, 27 matérias jornalísticas, 22 do ano de 2019, 4 do ano de 2018, e 1 do ano de 2017, os assuntos abordados nessas matérias podem ser observados no quadro 4.

É importante constar que estas matérias não representam a totalidade das publicações realizadas nos 3 anos, pois matérias antigas sobre o tema podem ter sido retiradas, desta forma a quantidade de matérias por ano não pode ser utilizada como indicador.

Quadro 4: Assuntos mais abordados nas matérias

ASSUNTOS	% DE MATÉRIAS ONDE FOI ABORDADO
FALTA DE ÁGUA	66,6% (18)
MANUTENÇÃO/OBRAS	37% (10)
PROBLEMAS NA TUBULAÇÃO/BOMBAS	25,9% (7)
VAZAMENTOS	18,5% (5)
FONTES ALTERNATIVAS DE ÁGUA	14,8% (4)
PRIVATIZAÇÃO	7,4% (2)
CONSUMO CLANDESTINO	7,4% (2)
PROBLEMAS NO SISTEMA INTERNO	3,7% (1)

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

A maior porcentagem das matérias, 18 delas, abordaram a falta de água, destas 6 foram justificadas como interrupção do abastecimento para manutenção (G1 AL, 2019a; GAZETAWEB, 2019b; G1 AL, 2018a; G1 AL, 2019d; G1 AL, 2019b; G1 AL, 2019e), sendo duas destas (G1 AL, 2019b; G1 AL, 2019e) feitas após problemas na estação elevatória; 3 foram causadas devido a problemas na bomba (G1 AL, 2019f; SANCHES, 2019) ou tubulação (G1 AL, 2018b), no caso de bombas, até o momento da reportagem, em um dos casos o abastecimento estava deficitário por 1 mês e a falta de água total por mais 2 meses, e no outro caso, o abastecimento estava deficitário há mais de 20 dias.

Quanto à manutenção e obras, uma das matérias apresentava a falta de água devido ao atraso em obra de ligação, uma escola municipal estava com aulas suspensas à dois meses enquanto aguardava o serviço ser feito (GOMES, 2019); e outra mostrava a paralisação do Sistema Aviação para a realização de uma interligação em obra realizada pela Secretaria de Estado de Transporte e Desenvolvimento Urbano (BERNARDINO, 2019), ainda uma última matéria apresentava falta de água e manutenção devido à problemas no sistema interno da companhia (GAZETAWEB, 2019a).

Das demais matérias sobre falta de água, 2 eram voltadas ao uso de fontes alternativas pela população (FERREIRA, 2019; ALBUQUERQUE, 2018), relatando também que em época de verão a quantidade de água fornecida pela companhia não era suficiente, o que também é visto em outra matéria onde a própria Companhia informou por meio de nota que a deficiência (com duração de 4 meses) se devia ao aumento do consumo devido às altas temperaturas (BERNARDINO; GOMES, 2019); em 2 das matérias a CASAL informou desconhecer a situação da região tendo os problemas de falta de água durações de 1 semana e 2 meses (G1 AL, 2019e; NAZÁRIO, 2019) e em uma delas (AMORIM, 2019a) a companhia estava averiguando a situação, mas ainda não havia encontrado o que estava provocando o problema no abastecimento; no último caso a falta de água foi acarretada pela danificação externa do equipamento por meio de furto da fiação (G1 AL, 2019c).

Das matérias envolvendo o tema vazamento, 3 destas se deviam a problemas na tubulação (G1 AL, 2019g; TNH1, 2019; AL1, 2019), 1 a rompimento na adutora (G1 AL, 2018b) que causou, além do vazamento, falta de água para a população e a última foi ocasionada por um poço enferrujado que, segundo a Companhia, estava inativo (G1 AL, 2019h). Observamos que apesar dos vazamentos serem o segundo tema mais abordado nas manchetes, no contexto geral das matérias ele fica atrás de manutenções e problemas nas bombas e tubulação, já que as manutenções também causam falta de água, e os problemas em bombas e tubulações estão relacionadas à falta de água e aos próprios vazamentos.

Algumas matérias focaram em temáticas específicas, como regularização da distribuição de água (ALAGOAS 24H, 2017), ligações clandestinas (BOM DIA ALAGOAS, 2018; LIMA; MENDONÇA, 2019) e privatização (AMORIM, 2019b; GAZETA DE ALAGOAS, 2019).

Em relação ao valor de perdas de água optou-se pela adoção do percentual fornecido pelo Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), segundo este o índice de perda na distribuição de água no ano de 2017

input-output que sugiram o propósito do sistema e utilizar o *CATWOE* dessas transformações para a criação de definições raízes.

Objetivando identificar cada transformação necessária ao sistema foi criado o Quadro 5 como representação dos Diagramas de Transformações Input-Output, em seguida fora elaborado um *CATWOE* correspondente à cada transformação, as respostas para o *CATWOE* podem ser observadas no quadro 6.

Quadro 5 – Transformações identificadas

INPUT	TRANSFORMAÇÃO	OUTPUT
Alto nível de perdas de água, causado por: irregularidades no sistema (ligações clandestinas); vazamentos e erros nos medidores.	 → ○ →	Execução dos planos de ação para conhecimento das causas das ligações clandestinas e tomada das medidas cabíveis para solucioná-las.
Falta de conhecimento da população sobre ações de manutenção e obras na rede e falta de água devido à estas.	 → ○ →	População informada quanto às ações da CASAL via adesão às redes sociais.
Falta de água por dias consecutivos.	 → ○ →	Minimização das consequências das manutenções
Atraso em obras do sistema.	 → ○ →	Mitigação dos problemas que causam atrasos em obras públicas na cidade.
Não cumprimento das solicitações dos clientes em tempo satisfatório.	 → ○ →	Planejamento operacional para cumprimento das demandas dos clientes e clientes informados quanto a situação atual de sua solicitação.

Fonte: Elaborado pela autora e colaboradores (2020).

Quadro 6 – *CATWOE* do sistema de abastecimento de água de Maceió.

C	A	T	W	O	E
População	CASAL	1. Redução de perdas de água.	Atingir valor de perda de água de 33% até 2033, conforme meta do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) para a região nordeste (BRASIL, 2013).	Governo/ CASAL	Custo elevado para execução de melhorias.

População	CASAL	2. Melhor divulgação das redes sociais.	Conseguir informar a população, sobre manutenções e ações executadas, de forma rápida e orgânica.	Governo/ CASAL	Apesar da existência das redes, há uma falta de adesão do público alvo.
População	CASAL	3. Adoção de medidas preventivas quanto à falta de água.	Alcançar estabilidade no abastecimento, rede amplamente setorizada e agilidade na resolução de problemas de manutenção.	Governo	Custos monetários e funcionários disponíveis para execução das medidas.
População /CASAL	GOVERNO	4. Cumprimento dos prazos de obras.	Obras sendo concluídas de acordo com os prazos projetados.	Governo	Obras com orçamentos provavelmente defasados devido ao tempo entre projeção e execução. Falta de controle sob os repasses de origem Federal.
População	CASAL	5. Planejamento operacional para cumprimento das demandas dos clientes e clientes informados quanto a situação atual de sua solicitação.	Clientes satisfeitos quanto à qualidade e agilidade do suporte prestado.	Governo	Depende do desenvolvimento de sistema para acompanhamento; gera mudança de processos e necessidade de alimentação do sistema.

Fonte: Elaborado pela autora e colaboradores (2020).

Podemos observar no CATWOE os principais agentes de mudanças para as melhorias necessárias, bem como a população como o principal beneficiário do sistema de abastecimento sem falhas. Por fim, o quadro 7 mostra as definições raízes elaboradas com base no diagrama e CATWOE do sistema.

Quadro 7 - Definições raízes do sistema

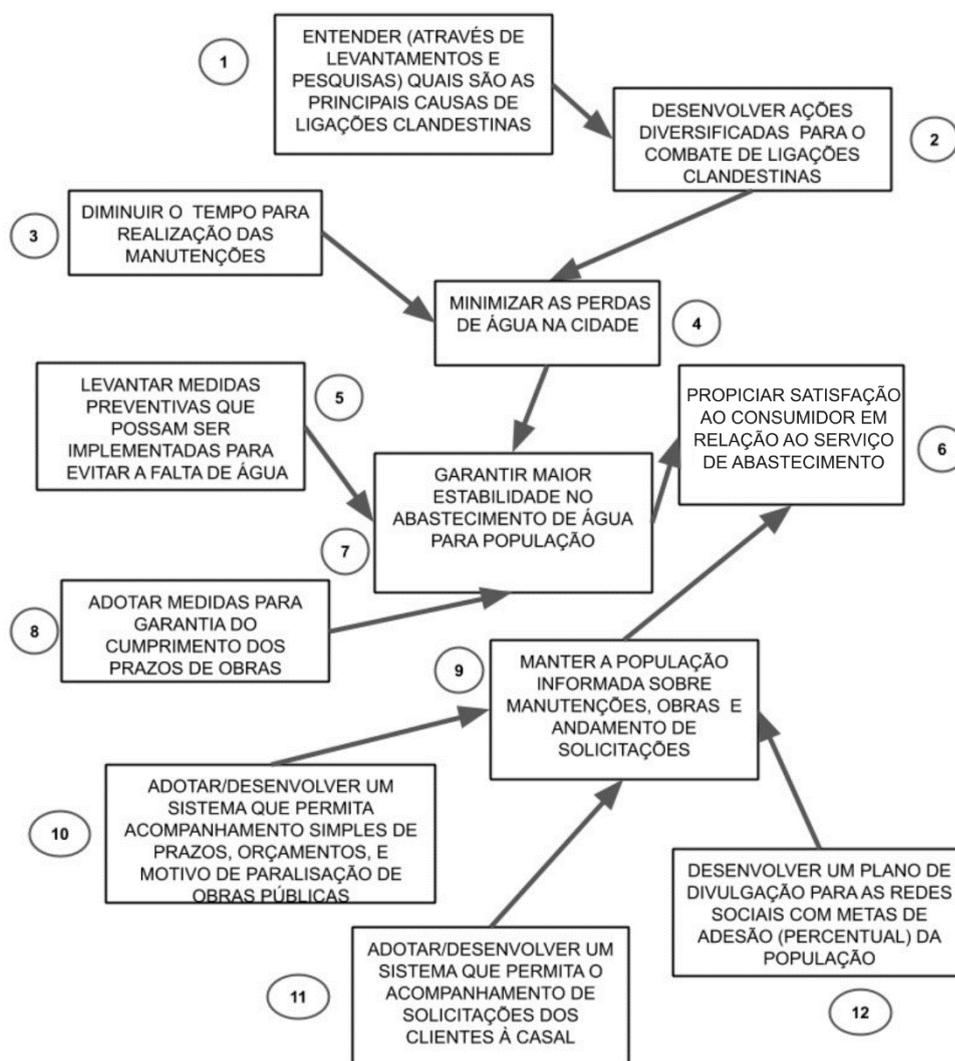
1	Um sistema capaz de reduzir as perdas de água, contornando o custo elevado para execução de melhorias para atingir o valor de 33% de perdas de água até o ano 2033.
2	Um sistema que tenha uma boa divulgação de suas redes de comunicação, lidando com a falta de adesão do público para conseguir manter a população informada sobre manutenções e ações executadas.
3	Um sistema que adote medidas preventivas quanto a falta d'água, administrando seus recursos produtivos de forma eficaz para alcançar a estabilidade no abastecimento e agilidade nas manutenções.
4	Um sistema que cumpra os prazos de obras, lidando com o defasamento do orçamento inicial e a incerteza dos repasses de forma a entregar as obras dentro do prazo projetado.
5	Um sistema que permita o acompanhamento de solicitações e o cumprimento destas em tempo hábil, lidando com os custos e novos processos ligados ao serviço e alcançando a satisfação dos clientes quanto a qualidade e agilidade do suporte.

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

4.4. Criação do modelo conceitual

O Modelo Conceitual (figura 5) incorpora todas as definições raízes identificadas, a numeração apresentada no modelo não significa ordem ou prioridade, sendo apenas uma forma de referência as atividades presentes.

Figura 5 – Modelo Conceitual para o Sistema de Abastecimento de Maceió-AL.



Fonte: Elaborado pela autora e colaboradores (2020).

O modelo conceitual mostra as atividades necessárias para atendimento das definições raízes. Nele podemos notar a interligação das atividades de forma que as partes trabalhem em benefício de todo sistema.

Na busca por eliminar as ligações clandestinas percebeu-se como necessário, primeiramente, entender quais são as principais causas dessas ligações (atividade 1), o que implica em conhecer melhor os usuários do sistema de abastecimento de água do município. O desenvolvimento de pesquisas anônimas e levantamento de informações com a população são alguns caminhos que podem ser tomados, de posse destas informações, a CASAL poderá traçar diretrizes para o combate às ligações indevidas (atividade 2).

A eliminação das ligações clandestinas está diretamente ligada às perdas de água, assim como reduzir vazamentos e erros nos medidores, o que está diretamente ligado ao terceiro quadro “diminuir o tempo para a realização das manutenções”, pois realizar a manutenção de tubulações e bombas em menor tempo garantirá que menos água seja perdida em vazamentos, levando a minimização das perdas de água da cidade (atividade 4). No CATWOE definiu-se na visão de mundo diminuir o índice de perdas de água durante os próximos 13 anos, alcançando assim o índice de 33% até 2033, conforme a meta estabelecida no PLANSAB (BRASIL, 2013).

Outro ponto da realização da manutenção em menor tempo é garantir que a falta de água seja minimizada e não prejudique o cotidiano da população. Outras medidas que poderiam ser adotadas com esse propósito seriam, o levantamento, pela CASAL, de medidas preventivas que minimizem a falta de água (atividade 5), e a adoção, pelo governo, de garantia de cumprimento dos prazos de obras do sistema, visto que parte das medidas preventivas podem, possivelmente, necessitar de obras.

Estes pontos, em conjunto, se adotados ajudarão a garantir uma maior estabilidade no abastecimento, diminuindo a falta de água e garantindo maior satisfação dos consumidores.

Além do tempo levado para a realização de manutenções, também ressalta-se, na atividade 11, que é necessário manter a população informada sobre o andamento de suas solicitações quanto a problemas na rede. A opção dada é o desenvolvimento ou adoção de sistema onde o consumidor ou atendentes da CASAL possam registrar solicitações, e o cliente (por meio de código/protocolo gerado) possa acompanhar uma previsão de espera (que pode ser calculada com base no número de solicitações atuais e o número de pessoal disponível) ou posição da solicitação na fila de atendimento.

Observamos ainda que parte das notícias relacionadas a falta de água (Quadro 2) eram justificadas como falta de água devido às manutenções em andamento. As informações sobre manutenção, geralmente, constam no site da Companhia, mas, segundo dados de tráfego coletados através do SimilarWeb (2020) o site da CASAL recebe, em média, 90.000 acessos mensais, ao considerar que a Companhia é responsável pelo abastecimento de 77 municípios

(CASAL, c2018a) entende-se que a informação não chega a toda a população atendida. Ressalta-se que as visitas ao site apresentam duração média de 1 minuto e 57 segundos por acesso, e uma média de 1,81 páginas visitadas (SIMILARWEB, 2020) fazendo-se entender que mesmo dentre os acessos exista a possibilidade da página de notícias estar sendo desconsiderada. Desta forma viu-se a necessidade de disponibilizar essas informações em ambientes com propagação mais rápida, como por exemplo as redes sociais, foi levantada, no modelo conceitual, a necessidade de uma maior adesão da população as redes sociais da Companhia (atividade 12), uma vez que elas existem mas não apresentam muitos seguidores. Desta forma, uma maior adesão às redes sociais promoveria um maior conhecimento por parte da população das atividades/ações da CASAL e conseqüentemente de quando ocorreriam as paralisações no fornecimento.

Outra situação problemática no sistema é o cumprimento do prazo das obras, apesar de ampliações no sistema terem sido previstas, e o investimento do estado ter sido divulgado (GAZETA DE ALAGOAS, 2015) estas não foram realizadas, como não haviam informações sobre o andamento da obra no site da CASAL ou em publicações jornalísticas, realizou-se pesquisas focadas nos termos “Pratagy-Meirim”, “obras”, “situação”, “conclusão”, que tiveram correspondência no documento “Plano de Saneamento Básico do Município de Maceió/AL” dos anos de 2016 e 2017.

No plano do ano de 2016, consta que “As obras encontram-se atrasadas devido à lentidão do repasse de verbas do governo federal, segundo informações da SEINFRA” (MACEIÓ, 2016), e no plano do ano de 2017 consta que “Atualmente, a obra está sendo executada, mas somente em algumas estruturas” e novamente que “as obras encontram-se atrasadas devido à lentidão do repasse de verbas do governo federal, segundo informações da Secretaria Estadual de Infraestrutura (SEINFRA)”, resultando em um atraso, no momento de realização do estudo, de 4 anos, visto que a expectativa era a conclusão em julho de 2016 (MACEIÓ, 2017).

Mesmo havendo a possibilidade de acompanhar financiamentos governamentais através do portal da transparência e de documentos governamentais, entende-se que o processo não é simples, afastando a informação da população em geral, bem como as informações sobre obras estão espalhadas em diversos portais e não concentradas em um só local. Tendo isto em vista, propõe-se (atividade 10) a adoção de um sistema, por parte do governo, que permita centralizar essas informações, de forma simplificada, dinâmica e visual, para garantir que a população entenda a situação real por trás dos atrasos e diminua a insatisfação em caso de impossibilidade de continuidade.

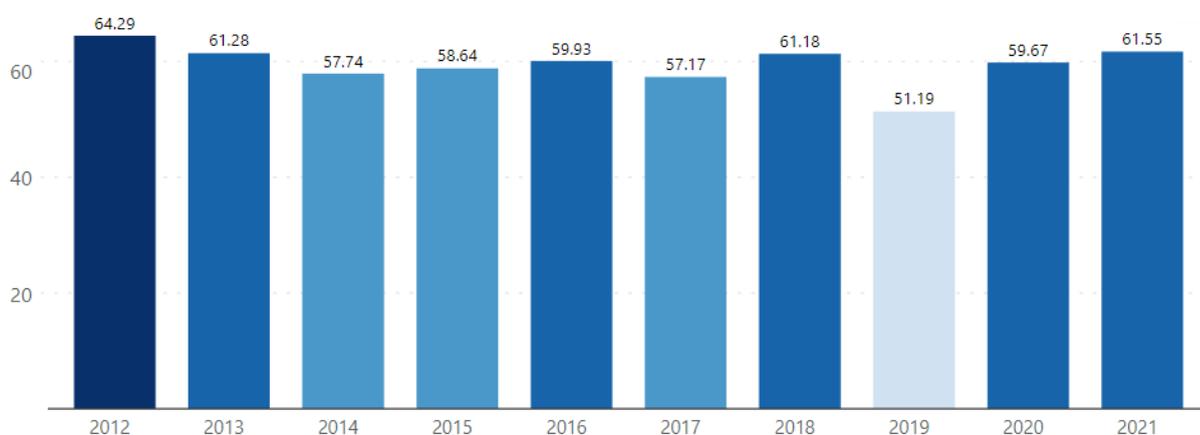
Todas estas ações, nos levam a um objetivo comum, que é propiciar satisfação ao consumidor em relação ao serviço de abastecimento de água (atividade 6), através da garantia de um abastecimento mais estável e de informações de fácil acesso à população.

4.5. Mudanças no sistema de abastecimento de Maceió

Como citado, em 2020 houve a concessão da distribuição de água de Maceió para a empresa BRK Ambiental, desta forma parte das responsabilidades que pertenciam a CASAL e ao governo passam a ser da concessionária.

A atividade 4 do mapa conceitual (figura 5) quanto a minimização de perdas de água, passa a ser responsabilidade da BRK, segundo os dados fornecidos pela empresa ao SNIS em 2021, Maceió registra um índice de perda de 61,55%, o segundo maior índice de perdas dos últimos 10 anos, sendo menor apenas que o valor registrado em 2012 de 64,29% (SNIS, 2022a; 2022b).

Gráfico 1 – Índice de perdas na distribuição de Maceió nos últimos 10 anos



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do índice IN049 do SNIS (2022b).

Quanto às ações adotadas para a redução de perdas de água a BRK iniciou a instalação de macromedidores na cidade em maio de 2022 (BRK, 2022a) o Anexo IV do contrato da concessão conta com programas de Hidrometração e de Retirada de Fraudes e Irregularidades (ALAGOAS, 2020). Quanto às ligações clandestinas só fora encontrada uma notícia, publicada pela própria BRK, com orientações ao consumidor sobre como realizar a solicitação de ligação de água, e informações acerca de como as ligações clandestinas, além de serem crime, podem contaminar a água tratada e geram desperdício no consumo (BRK, 2022b).

A ocorrência de vazamentos continua, foram relatados vazamentos nos bairros do Clima Bom, Santo Eduardo, Gruta de Lourdes e Serraria (PROTASIO, 2022; TAVARES, 2022; ERMIRIO, 2022; G1 AL, 2022) todos com duração maior que uma semana.

Quanto às obras, de acordo com o item 13.1 do contrato de concessão a contratada (BRK) passa a ser responsável por obras de aperfeiçoamento do sistema (ALAGOAS, 2020), desta forma as obras iniciadas pela SEINFRA, como o projeto Pratagy-Meirim, foram passadas à BRK, o contrato prevê que a captação superficial no Pratagy-Meirim alcance à vazão de 2190 l/s até o 5º ano da concessão (ALAGOAS, 2020). A BRK costuma publicar quanto às obras que está realizando (BRK, 2021b), no entanto, não há previsões sobre as obras que ainda serão realizadas, uma opção à atividade 10, adoção de um sistema para acompanhamento de obras, é dedicar uma página do site às obras, mostrando o prazo para conclusão, a situação atual da obra (se está em andamento, não iniciada, concluída) e a data de, ou prevista para, início da obra.

As solicitações de serviços prestados pela CASAL e/ou BRK podem ser acompanhadas presencialmente na agência das empresas na cidade de Maceió ou por meio dos postos de atendimento "Já", as empresas contam também com atendimento via telefone, whatsapp, e-mail e sites próprios (CASAL, 2020; G1 AL, 2021).

O problema de falta de água persiste na cidade, no ano de 2021 o alto número de denúncias por falta de abastecimento levou a BRK e a CASAL a serem multadas em 960 mil e 760 mil respectivamente (PONTES, 2022; MACEIÓ, 2022a).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se que a *Soft Systems Methodology* permitiu a compreensão do sistema e estruturação de problemas, a partir da identificação dos atores do sistema, sendo estes a população, a Companhia de Saneamento de Alagoas e Governo do Estado de Alagoas, assim como o mapeamento de suas responsabilidades e interações no sistema.

Foram identificados como principais problemas do sistema as perdas de água na distribuição, a falta de estabilidade no abastecimento e o não cumprimento de manutenções e obras em tempo hábil. Apesar de terem sido definidas transformações e atividades para a resolução dos problemas presentes no sistema, há necessidade de maior envolvimento dos *stakeholders* para verificar se estas são suficientes e viáveis.

Também pode-se verificar que apesar da mudança estrutural do sistema devido à concessão da distribuição de água à BRK Ambiental os problemas apresentados na pesquisa inicial, com conclusão em julho de 2020, persistem até os dias atuais, tendo o índice de perda inclusive piorado. Desta forma, o estudo gera suporte à tomada de decisão também para a concessionária, que atuará no sistema por um longo período de tempo (35 anos) e precisará lidar com os problemas aqui identificados para cumprir as metas do contrato.

O cenário deficitário do sistema deixa espaço para ações de melhorias estruturais e de qualidade do serviço. O clamor populacional mostrado através das matérias demonstra a necessidade de ações que sanem os problemas na rede antes do contato entre o consumidor final e o abastecimento, para isto é necessário que a empresa se atente a necessidade de ações de manutenção preventiva regulares em todo sistema, e intensifique as ações de manutenção corretiva e recuperação nas áreas com maior incidência de problemas na rede.

Para pesquisas futuras, indica-se a aplicação de outras metodologias de pesquisa operacional de forma complementar, podendo-se usar as metodologias *Hard* após a estruturação do problema, também é indicado o envolvimento dos *stakeholders* para garantir a viabilidade e receptividade das ações de melhoria, bem como o enriquecimento de informações do modelo por meio do melhor entendimento de seus pontos de vista quanto às problemáticas.

Além disso, em estudos sobre o sistema de abastecimento de água em Maceió, sugere-se a integração do sistema de esgoto, visto que a empresa responsável pelo abastecimento e esgoto da cidade geralmente é a mesma, e o sistema de esgoto atende, atualmente, menos que a metade da população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2021**. Brasília: ANA, 2022.

ALAGOAS (Estado). Secretaria de Estado da Infraestrutura. **Contrato de concessão da prestação regionalizada dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário prestados nos municípios da região metropolitana de Maceió**, Decreto nº 69.903, 27 de maio de 2020. Disponível em: <<https://parcerias.al.gov.br/projeto-saneamento-basico/>>

Alagoas e BNDES iniciam concorrência para concessão de água e esgoto da grande Maceió. O banco Nacional do Desenvolvimento (**BNDES**), 2020a. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/alagoas-e-bndes-iniciam-concorrenca-para-concessao-de-agua-e-esgoto-da-grande-maceio>>

ALBUQUERQUE, Tamara. Caminhões-Pipa Abastecem Maceió. **Gazeta de Alagoas**, 2018. Disponível em: <<https://gazetaweb.globo.com/gazetadealagoas/noticia.php?c=328838>>

AMORIM, Marcelo. Moradores reclamam da deficiência no abastecimento de água no Jacintinho. **Gazeta de Alagoas**, 2019a. Disponível em: <<https://d.gazetadealagoas.com.br/cidades/211103/moradores-reclamam-da-deficiencia-no-abastecimento-de-agua-no-jacintinho>>

AMORIM, Marcelo. Urbanitários reforçam campanha contra privatização da Casal. **Gazeta de Alagoas**, 2019b. Disponível em: <<https://d.gazetadealagoas.com.br/cidades/211524/urbanitarios-reforcam-campanha-contra-privatizacao-da-casal>>

Antigos clientes da Casal devem recadastrar serviços específicos junto à BRK Ambiental. **G1 AL**, 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2021/07/08/antigos-clientes-da-casal-devem-recadastrar-servicos-especificos-junto-a-brk-ambiental.ghtml>>

Bairros da parte alta de Maceió ficam sem água na terça para serviço da Casal. **G1 AL**, 2019a. Disponível em: <<https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2019/10/14/bairros-da-parte-alta-de-maceio-ficam-sem-agua-na-terca-para-servico-da-casal.ghtml>>

Bairros da parte baixa de Maceió ficam sem água na quarta para limpeza do sistema de distribuição. **G1 AL**, 2018a. Disponível em: <<https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2018/09/25/bairros-da-parte-baixa-de-maceio-ficam-sem-agua-na-quarta-para-limpeza-do-sistema-de-distribuicao.ghtml>>

Bairros de Maceió ficam sem água neste domingo. **G1 AL**, 2019b. Disponível em: <<https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2019/12/01/bairros-de-maceio-ficam-sem-agua-neste-domingo.ghtml>>

BARDIN, Lawrence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BATEMAN, Robert E. et al. **Simulação de Sistemas**: aprimorando processos de logística, serviços e manufatura. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

BERNARDINO, Greyce. Moradores do Jardim Saúde protestam após obra afetar abastecimento de água. **GAZETAWEB**, 2019. Disponível em: <https://gazetaweb.globo.com/portal/noticia/2019/12/_92694.php>

BERNARDINO, Greyce; GOMES, Thiago. Moradores de loteamento no Jacintinho protestam contra falta d'água. **GAZETAWEB**, 2019. Disponível em: <https://gazetaweb.globo.com/portal/noticia/2019/11/moradores-de-loteamento-no-jacintinho-fazem-protesto-pela-falta-dagua_89882.php>

BRASIL. PLANSAB: Plano Nacional de Saneamento Básico. Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.urbanismo.mppr.mp.br/arquivos/File/plansab_texto_aprovado.pdf>

BRASIL. **PLANSAB**: Plano Nacional de Saneamento Básico. Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/plansab/Versao_Conselhos_Resoluo_Alt_a_Capa_Atualizada.pdf>

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 14.026**, de 15 de julho de 2020. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm>

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm>

BRASIL. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2017. Brasília: SNS/MDR, 2019. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2017>>

Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS). **Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgoto**, dezembro de 2021. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2020/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_AE_SNIS_2021.pdf>

BRK informa sobre distribuição de água após conclusão de reparos no Sistema Aviação. **BRK Ambiental**, 2021a. Disponível em: <<https://brkambiental.com.br/alagoas/maceio/brk-informa-sobre-distribuicao-de-agua-apos-conclusao-de-reparos-no-sistema-aviacao>>

BRK instala macromedidores em reservatórios de água de Maceió e Coqueiro Seco em maio. **BRK Ambiental**, 2022a. Disponível em: <<https://www.brkambiental.com.br/alagoas/maceio/brk-instala-macromedidores-em-reservatorios-de-agua-de-maceio-e-coqueiro-seco-em-maio>>

BRK leva líderes comunitários e autoridades às obras do Sistema Aviação. **BRK Ambiental**, 2021b. Disponível em: <<https://www.brkambiental.com.br/alagoas/maceio/brk-leva-lideres-comunitarios-e-autoridades-as-obras-do-sistema-aviacao>>

BRK orienta sobre como solicitar ligação de água. **BRK Ambiental**, 2022b. Disponível em: <<https://brkambiental.com.br/alagoas/maceio/brk-orienta-sobre-como-solicitar-ligacao-de-agua>>

BRK segue com ação de limpeza dos reservatórios de Maceió em outubro. **BRK Ambiental**, 2021c. Disponível em: <<https://www.brkambiental.com.br/alagoas/maceio/brk-segue-com-acao-de-limpeza-dos-reservatorios-de-maceio-em-outubro>>

BURGE, Stuart. **An Overview of the Soft Systems Methodology**. Burge Hughes Walsh, 2015.

Capital. **CASAL**, c2018a. Disponível em: <<https://www.casal.al.gov.br/capital/>>

CARVALHO, Regina. Pedidos de outorga passam de 100. **Gazeta de Alagoas**, 2016. Disponível em: <<http://gazetaweb.globo.com/gazetadealagoas/noticia.php?c=298770>>

Casal deve normalizar nesta quarta- feira abastecimento de água em Maceió. **GAZETAWEB**, 2019a. Disponível em: <https://gazetaweb.globo.com/portal/noticia/2019/01/casal-deve-normalizar-nesta-quarta-feira-abastecimento-de-agua-em-maceio_69205.php>

Casal intensifica fiscalização contra ligações clandestinas em Maceió. **Bom Dia Alagoas**, 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2018/12/24/casal-intensifica-fiscalizacao-contraliga-coes-clandestinas-em-maceio.ghtml>>

Casal reforça canais de atendimento e orienta usuários sobre o funcionamento dos serviços. **CASAL**, 2020. Disponível em: <<https://www.casal.al.gov.br/2020/08/casal-reforca-canais-de-atendimento-e-orienta-usuarios-sobre-o-funcionamento-dos-servicos/>>

CAVALCANTE, Rayssa. Moradores da parte alta de Maceió reclamam da cobrança de 100% na taxa de esgoto. **Gazetaweb**, 2020.

CHECKLAND, Peter. Achieving 'Desirable and Feasible' Change: An Application of Soft Systems Methodology. **The Journal of the Operational Research Society** 36, no. 9, 821-31, 1985.

Cobertura privada de saneamento básico atende apenas 33% da população Maceioense. **7Segundos**, 2020. Disponível em: <<https://maceio.7segundos.com.br/noticias/2020/01/28/140347-cobertura-privada-de-saneamento-basico-atende-apenas-33-da-populacao-maceioense>>

CUNHA, Anieli A.; MORAIS Danielle C.; SILVA. José L. **Usando SSM para promover a melhoria da eficiência em sistemas de abastecimento de água**. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, n. 47, Pernambuco, 2015.

DAELLENBACH, Hans; MCNICKLE, Donald. **Management Science: Decision-making through systems thinking**. 1 ed. New York: Palgrave Macmillan, 2005.

Diagnóstico Anteriores dos Serviços de Água e Esgoto. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)**, 2022a. Disponível em:
<<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/diagnosticos-antecedentes-do-snis/agua-e-esgotos-1>>

ELLIS, K. et al. (Ed.). **Critical Issues in Systems Theory and Practice**. New York: Plenum, 1995.

ERMIRIO, Mônica. Vazamento de água limpa há mais uma semana na Gruta de Lourdes. **TNH1**, 2022. Disponível em: <<https://www.tnh1.com.br/videos/single-de-video/vid/vazamento-de-agua-limpa-ha-mais-uma-semana-na-gruta-de-lourdes/>>

Estado investe R\$ 16 mi em ampliação do Pratagy. **Gazeta de Alagoas**, 2015. Disponível em: <<http://gazetaweb.globo.com/gazetadealagoas/noticia.php?c=271059>>

FÁVERO, Luiz Paulo; BELFIORE, Patrícia. **Pesquisa Operacional: para cursos de administração, contabilidade e economia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

FERREIRA, Arnaldo. Alagoano sofre com abastecimento d'água deficiente. **Gazeta de Alagoas**. Maceió, 2019. Disponível em: <<https://d.gazetadealagoas.com.br/cidades/201222/alagoano-sofre-com-abastecimento-dagua-deficiente>>

FERRO, Marcelo. HELENO, José. Casal realiza varredura contra ligações clandestinas de água em Maceió. Entrevista concedida à H. Gonçalves e A. Alves. **G1 AL**, 2019. Disponível em: <<http://g1.globo.com/al/alagoas/altv-1edicao/videos/t/edicoes/v/casal-realiza-varredura-contraligacoes-clandestinas-de-agua-em-maceio/7857196/>>

Furto da fiação elétrica de estação elevatória deixa bairros de Maceió sem água. **G1, AL**, 2019c. Disponível em: <<https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2019/12/06/furto-da-fiacao-eletrica-de-estacao-elevatoria-deixa-bairros-de-maceio-sem-agua.ghtml>>

Futuro da Casal em debate. **Gazeta de Alagoas**, 2019. Disponível em: <<https://d.gazetadealagoas.com.br/opiniao/212885/futuro-da-casal-em-debate>>

GOMES, Thiago. Crianças ficam sem aulas por falta d'água em Bebedouro. **Gazeta de Alagoas**, 2019. Disponível em: <<https://d.gazetadealagoas.com.br/cidades/211193/criancas-ficam-sem-aulas-por-falta-dagua-em-bebedouro>>

HAMILTON, Stuart; MCKENZIE, Ronnie. **Water Management and Water Loss**. Londres: IWA Publishing, 2014.

HILLIER, Frederick S. **Introdução à pesquisa operacional**. 8. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

HIRATA, Ricardo et al. **A revolução silenciosa das águas subterrâneas no Brasil: uma**

análise da importância do recurso e os riscos pela falta de saneamento. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2019.

História. **CASAL**, c2018c. Disponível em: <<https://www.casal.al.gov.br/historia/>>

Internautas denunciam falta de água há 2 dias no Benedito Bentes II. **GAZETAWEB**, 2019b. Disponível em: <https://gazetaweb.globo.com/portal/noticia/2019/03/internautas-denunciam-falta-de-agua-no-benedito-bentes-_72534.php>

LACHTERMACHER, Gerson. **Pesquisa Operacional na tomada de decisões**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

LIMA, Victor; MENDONÇA, Patrícia. Dia Mundial da Água: em AL, 43% da água fornecida é consumida clandestinamente. **GAZETAWEB**, 2019. Disponível em: <https://gazetaweb.globo.com/portal/noticia/2019/03/dia-mundial-da-agua-em-alagoas-43-da-agua-fornecida-e-desperdicada-_72865.php>

LINS, Marcos; ANTOUN, Sergio (Org.). **Estruturação de problemas sociais complexos: teoria da mente, mapas metacognitivos e modelos de apoio à decisão**. Rio de Janeiro: Interciência, 2018.

MACEIÓ, Prefeitura de. **Plano de Saneamento Básico do Município de Maceió/AL**. Maceió, junho de 2016. Disponível em: <http://www.sedet.maceio.al.gov.br/servicos/pmsb/pdf/pmsb/fase2/etapa2/2_4.pdf>

MACEIÓ, Prefeitura de. **Plano de Saneamento Básico do Município de Maceió/AL**. Maceió, outubro de 2017. Disponível em: <http://www.sedet.maceio.al.gov.br/servicos/pmsb/pdf/pmsb/fase2/etapa6/relatorio_final.pdf>

MACEIÓ, Prefeitura de. Secretaria Municipal de Comunicação. **Prefeitura de Maceió multa Casal em mais de R\$ 700 mil por falta de abastecimento de água**, 2022a. Disponível em: <<https://maceio.al.gov.br/noticias/geral/prefeitura-de-maceio-multa-casal-em-mais-de-r-dollar-700-mil-por-falta-de-abastecimento-de-agua>>

MACEIÓ, Prefeitura de. Secretaria Municipal de Economia. **Mapa de Maceió Regiões Administrativa**, 2022b. Disponível em: <<https://www.participa.maceio.al.gov.br/participa-maceio/regiaoAdministrativas.faces>>

Manutenção no sistema de distribuição deixa bairros de Maceió sem água. **G1 AL**, 2019d. Disponível em: <<https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2019/12/13/manutencao-no-sistema-de-distribuicao-deixa-bairros-de-maceio-sem-agua.ghtml>>

Morador flagra diversos vazamentos de água limpa na Grota do Padre, em Maceió. **AL1**, 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2019/12/02/video-morador-flagra-diversos-vazamentos-de-agua-limpa-na-grota-do-padre-em-maceio.ghtml>>

Moradores fecham BR-104 em protesto contra a falta de água no Eustáquio Gomes, em

Maceió. **G1 AL**, 2019e. Disponível em:

<<https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2019/04/22/moradores-fecham-br-104-em-protesto-contra-a-falta-de-agua-no-eustaquio-gomes-em-maceio.ghtml>>

Moradores protestam contra falta d'água no Conj. Cidade Sorriso, em Maceió. **G1 AL**, 2019f. Disponível em:

<<https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2019/01/02/moradores-protestam-na-ecovia-norte-contra-falta-dagua-no-conj-cidade-sorriso-em-maceio.ghtml>>

NAZÁRIO, Clarissa. Moradores do bairro de Ipioca denunciam falta d'água por quase dois meses. **GAZETAWEB**, 2019. Disponível em:

<https://gazetaweb.globo.com/portal/noticia/2019/12/moradores-do-bairro-de-ipioca-afirmam-que-estao-ha-quase-dois-meses-sem-agua_92056.php>

PONTES, Ana Clara. Procon Maceió multa BRK em quase R\$ 1 milhão por falta de água em bairros durante meses. **G1 AL**, 2022. Disponível em:

<<https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2022/03/30/procon-maceio-multa-brk-em-quase-r-1-milhao-por-deixar-bairros-sem-agua-durante-meses.ghtml>>

PROTASIO, Bruno. Vazamento de água surgiu após realização de obra. **TNH1**, 2022.

Disponível em: <

<https://www.tnh1.com.br/videos/single-de-video/vid/vazamento-de-agua-surgiu-apos-realizacao-de-obra/>>

ROSENHEAD, Jonathan. What's the problem? An introduction to problem structuring methods. **Interfaces**, 26, n. 6, p. 117-131, dezembro, 1996.

Saneamento da grande Maceió é concedido com oferta de mais de R\$ 2 bilhões e terá universalização de água até 2026. O banco Nacional do Desenvolvimento (**BNDES**), 2020b.

Disponível em: <

<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/saneamento-da-grande-maceio-e-concedido-com-oferta-de-mais-de-rs-2-bilhoes-e-tera-universalizacao-de-agua-ate-2026>>

Semarh atua para disciplinar o abastecimento de água em Maceió. **Alagoas 24h**, 2017.

Disponível em:

<<https://www.alagoas24horas.com.br/1038369/semarh-atua-para-disciplinar-o-abastecimento-de-agua-em-maceio/>>

SIMILARWEB. Visão geral de tráfego, 2020. Disponível em:

<<https://www.similarweb.com/pt/website/casal.al.gov.br/#overview>>

Sinopse do Censo Demográfico 2010 Alagoas. Tabela 2.9 - População residente em 2000 e população residente em 2010, por situação do domicílio, com indicação da população urbana residente na sede municipal, área total e densidade demográfica, segundo as mesorregiões, as microrregiões e os municípios. Rio de Janeiro: **IBGE**, 2010. Disponível em:

<<https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=29&uf=27>>

Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS). **Diagnósticos Água e Esgoto – Planilhas AE Indicadores CASAL 2020**, 08 de dezembro de 2021. Disponível em: <

https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/Planilhas_AE2020.zip>

Tabela Informações e Indicadores do Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgoto: Visão Geral Ano de Referência 2021. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)**, 2022b. Disponível em:

<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/Planilhas_AE2021.zip>

Tarifas. **ARSAL**. Disponível em: <<http://www.arsal.al.gov.br/tarifas>>

TAVARES, Williamis. **Moradores do Santo Eduardo reclamam de vazamento de água**. **TNH1**, 2022. Disponível em: <

<https://www.tnh1.com.br/videos/single-de-video/vid/moradores-do-santo-eduardo-reclamam-de-vazamento-de-agua/>>

TRATA BRASIL. **Estudo de perdas de água do Instituto Trata Brasil de 2022 (SNIS 2020)**: Desafios para disponibilidade hídrica e avanço da eficiência do Saneamento Básico no Brasil. São Paulo: 30 de maio de 2022.

Vazamento de água limpa é registrado na Av. Getúlio Vargas, em Maceió. **G1 AL**, 2022.

Disponível em: <

<https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2022/09/23/vazamento-de-agua-limpa-e-registrado-na-av-getulio-vargas-em-maceio.ghtml>>

Vazamento de água no Pinheiro interrompe abastecimento em bairros de Maceió. **G1 AL**, 2018b. Disponível em:

<<https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2018/12/26/vazamento-de-agua-no-pinheiro-interrompe-abastecimento-em-bairros-de-maceio.ghtml>>

Vazamento de água preocupa moradores do bairro do Pinheiro, em Maceió. **G1 AL**, 2019g.

Disponível em:

<<https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2019/01/15/vazamento-de-agua-preocupa-moradores-do-bairro-do-pinheiro-em-maceio.ghtml>>

Vazamento é registrado em poço de água no bairro de Bebedouro, em Maceió. **G1 AL**, 2019h.

Disponível em:

<<https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2019/01/31/vazamento-e-registrado-em-poco-de-agua-no-bairro-de-bebedouro-em-maceio.ghtml>>

Vídeo mostra vazamento de água no Pinheiro e Casal é acionada. **TNH1**, 2019. Disponível em:

<<https://www.tnh1.com.br/noticia/nid/video-mostra-vazamento-de-agua-no-pinheiro-e-casal-e-acionada/>>