

**ESTUDO DO SERVIÇO DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA EM MACEIÓ-AL A
PARTIR DA *SOFT SYSTEMS METHODOLOGY***

**STUDY OF THE WATER DISTRIBUTION SERVICE IN MACEIÓ-AL USING
SOFT SYSTEMS METHODOLOGY**

**ESTUDIO DEL SERVICIO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN MACEIÓ-AL
MEDIANTE METODOLOGÍA DE SISTEMAS BLANDOS**

Madson Bruno da Silva Monte

Universidade Federal de Alagoas

Mariana Rodrigues Xavier

Universidade Federal de Alagoas

Ana Carolina da Conceição Correia

Universidade Federal de Alagoas

Carlos Everaldo Silva da Costa

Universidade Federal de Alagoas

Rodrigo Cesar Reis de Oliveira

Universidade Federal de Alagoas

RESUMO

A maioria das tomadas de decisão ocorrem no contexto de um sistema, porém o mundo não é um sistema perfeito, mas problemático e, por vezes, tais problemas não são estruturados ou completamente conhecidos. No sistema de abastecimento de água de Maceió, os bairros são divididos em 3 macrozonas com fontes de abastecimento diferentes, criando assim demandas divergentes. Além do interesse populacional, o sistema envolve interesses de organizações públicas e privadas. O presente estudo foi realizado entre agosto de 2019 e julho de 2020 e teve como objetivo compreender o cenário do abastecimento de água na cidade de Maceió - AL, para isto foram utilizados 4 estágios da *Soft Systems Methodology*. Identificou-se três partes interessadas, a população, a Companhia de Saneamento de Alagoas e o Governo do Estado. Quanto às situações problemáticas destacam-se: perdas de água na distribuição, falta de estabilidade no abastecimento e não cumprimento de manutenções e obras em tempo hábil. Embora tenham sido criados objetivos e alternativas de ações, recomenda-se um maior envolvimento dos *stakeholders* em estudos futuros, assim como a integração do sistema de esgoto.

Palavras-chave: Recursos hídricos. Distribuição de água. Soft Systems Methodology. Estruturação de problemas.

ABSTRACT

Decision-making occurs in the context of a system, but the world is not a perfect system, but a problematic one, and sometimes these problems are not structured or fully understood. In Maceió's water supply system, the neighborhoods are divided into 3 macro-zones with different

water supply sources, thus creating divergent demands. In addition to the interests of the population, the system involves the interests of public and private organizations. This study was carried out between August 2019 and July 2020 and aimed to understand the water supply scenario in the city of Maceió - AL, using 4 stages of the Soft Systems Methodology. Three stakeholders were identified: the population, Alagoas Water Supply Company and the State Government. The problematic situations were: water losses in distribution, lack of stability in supply and failure to carry out maintenance and works on time. Although objectives and alternative courses of action have been created, a greater stakeholder involvement is recommended in future studies, as is the integration of the sewage system.

Keywords: Water resources. Water distribution. Soft Systems Methodology. Problem Structuring.

RESUMEN

La mayor parte de la toma de decisiones se produce en el contexto de un sistema, pero el mundo no es un sistema perfecto, sino problemático y, a veces, esos problemas no están estructurados ni se conocen por completo. En el sistema de abastecimiento de agua de Maceió, los barrios se dividen en 3 macrozonas con diferentes fuentes de suministro, generando demandas divergentes. Además de los intereses de la población, el sistema involucra los intereses de organizaciones públicas y privadas. El presente estudio se realizó entre agosto de 2019 y julio de 2020 y tuvo como objetivo comprender el escenario del suministro de agua en la ciudad de Maceió - AL, para ello se utilizaron 4 etapas de la Metodología de Sistemas Blandos. Se identificaron tres interesados: la población, la Empresa de Saneamiento de Alagoas y el Gobierno del Estado. Respecto a situaciones problemáticas destacan: pérdidas de agua en la distribución, falta de estabilidad en el suministro y falta de realización oportuna de mantenimientos y obras. Aunque se han creado objetivos y acciones alternativas, se recomienda una mayor implicación de los interesados en futuros estudios, así como la integración del sistema de alcantarillado.

Palabras clave: Recursos hídricos. Distribución del agua. Metodología de Sistemas Blandos. Estructuración del problema.

1 - INTRODUÇÃO

O Brasil é um país rico em recursos hídricos, portando 12% da água doce do planeta, porém apresenta disponibilidade desigual dentre suas regiões, o Norte abriga a menor parcela da população e apresenta grande disponibilidade hídrica, já o Sudeste e Nordeste concentram 69% da população e possuem menos de 10% do volume disponível para consumo (BRASÍLIA, 2021).

As redes públicas de abastecimento de água estão disponíveis para 93,4% da população brasileira em áreas urbanas e utilizam como principal fonte, 82,3%, águas provenientes de mananciais superficiais (BRASÍLIA, 2021; HIRATA et al., 2019). A prestação desse serviço lida com diversos problemas, dentre eles destacam-se as perdas de água. No Brasil elas representam 40,14% de toda água distribuída, o suficiente para abastecer 30% da população do país durante um ano (TRATA BRASIL, 2022).

A capital do estado de Alagoas está representada na Figura 1. Maceió é um município predominantemente urbano (IBGE, 2010), onde a produção de água é de responsabilidade da Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL), uma empresa de economia mista, que atende 89,61% da população (CASAL, c2018c; SNIS, 2021).

O abastecimento da cidade é composto prioritariamente, 68% da vazão, por poços profundos, são cerca de 200 poços com captação através de bombas submersas e tratamento por cloração, os 32% restantes são provenientes de três subsistemas que captam água dos mananciais superficiais Riacho Catolé, Riacho Aviação e Rio Pratygy, cada um destes conta com uma Estação de Tratamento de Água (ETA) própria (CASAL, c2018a).

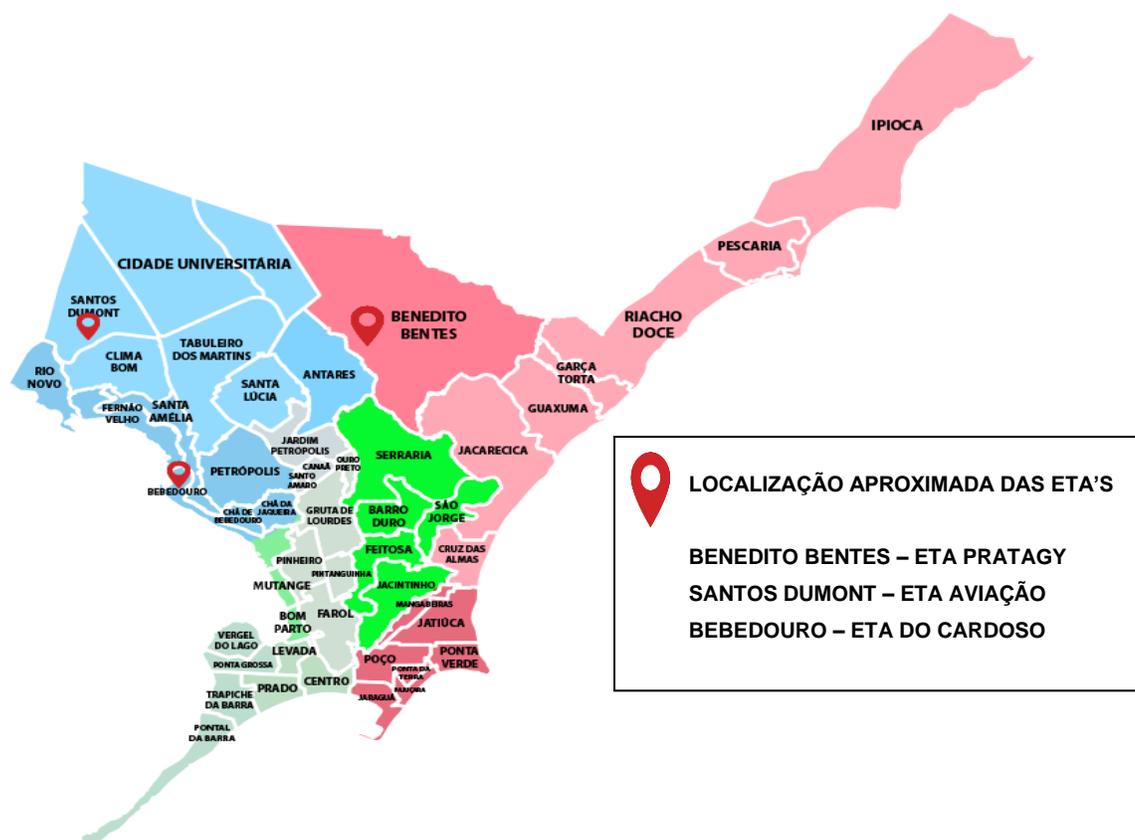


Figura 1: Mapa de Maceió

Fonte: Adaptado pelos autores (MACEIÓ, 2022b).

A captação de água subterrânea é feita através de 41 sistemas isolados de abastecimento, “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). A distribuição de água é também dividida em 3 macrozonas de abastecimento, definidas pela companhia como Zona Alta, Média e Baixa.

Com um sistema composto por múltiplas fontes de água direcionadas para localidades diferentes, os interesses populacionais divergem com base no serviço fornecido a sua zona, o sistema também envolve os interesses da CASAL e do poder público, que neste cenário é representado por múltiplos órgãos que apresentam deveres e interesses específicos, Lachtermacher (2016) explica que quanto maior o grupo de decisores envolvido maior é a complexidade do processo decisório.

Apesar das tomadas de decisão geralmente ocorrerem no contexto de um sistema, o mundo não é naturalmente sistêmico, sendo problemático e com problemas não-estruturados (DAELLENBACH; MCNICKLE, 2005; ELLIS et al., 1995), o que dificulta a criação de objetivos e a tomada assertiva de decisões. Portanto a investigação e organização das problemáticas do sistema de água de Maceió-AL foi percebida como instrumento necessário à tomada de decisão.

Posto isto, esta pesquisa objetiva compreender o cenário do abastecimento de água na cidade de Maceió-AL, cumprindo os seguintes objetivos específicos:

- Identificar os atores desse processo, como 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

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, L.; BELFIORE, P., 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 naturalmente sistêmico, 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).

Quanto ao uso do SSM, metodologia a ser utilizada neste estudo, no cenário internacional de gestão de recursos hídricos podemos citar os estudos de Markowska et. al (2020) que utilizou os princípios do SSM na criação de cenários de solução para o Reservatório Mściwojów na Polônia. Kayaga (2008) utilizou o SSM para compreender o desempenho dos serviços de distribuição de água e sanitização na Uganda. O mesmo autor relata que buscar melhores resultados sobre a eficiência e eficácia dos atuais sistemas de distribuição de água é preocupação comum entre países em desenvolvimento. Relata ainda sobre a alta complexidade do ambiente institucional relacionado ao assunto, apontando que há diversas componentes políticas e sociais nas instituições gestoras.

Dentro do Brasil, pode-se citar Cunha, Filho e Morais (2015), que utilizaram o SSM para estruturação de problemas e fornecimento de informações para suporte à decisão no abastecimento do estado de Pernambuco. Gomes, Andrade e Morais (2015) utilizaram a mesma metodologia para descrição do conflito quanto ao uso da água proveniente de uma barragem no estado da Paraíba numa situação de escassez.

Mais recentemente, Levino et al. (2023) propuseram um framework baseado no SSM para diagnóstico das barreiras que o estado de Alagoas enfrenta para atingir os objetivos do PROGESTÃO, um programa promovido pela Agência Nacional de Águas do Brasil que baseia-se no modelo de gestão baseado em resultados. Ou seja, recursos financeiros são repassados à medida que objetivos forem atingidos.

O presente estudo se diferencia por utilizar a mesma metodologia com outro enfoque: nível operacional da distribuição de água. Nesse nível de gestão, os problemas que ocorrem no sistema afetam direta e rapidamente a população, que pode passar por períodos desabastecidos. Assim busca-se compreender os diversos fatores envolvidos na prestação desse serviço.

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 a julho de 2020 com a utilização da metodologia *Soft Systems Methodology* (SSM). A SSM é uma metodologia que pertence aos Métodos de Estruturação de Problemas (PSMs) e estágios conforme apresentado na Figura 2.

A SSM é composta por 7 estágios, porém neste estudo foram utilizados apenas os 4 iniciais. A coleta de dados se deu por meio de documentação indireta com aplicação da análise quantitativa de conteúdo (BARDIN, 2011), na qual é usada como informação a frequência com que características do conteúdo aparecem. Realizaram-se pesquisas considerando artigos acadêmicos e jornalísticos, reportagens, publicações nos sites governamentais e da CASAL. Dessa forma, a Figura 3 representa um fluxograma dos processos utilizados no desenvolvimento dessa pesquisa.

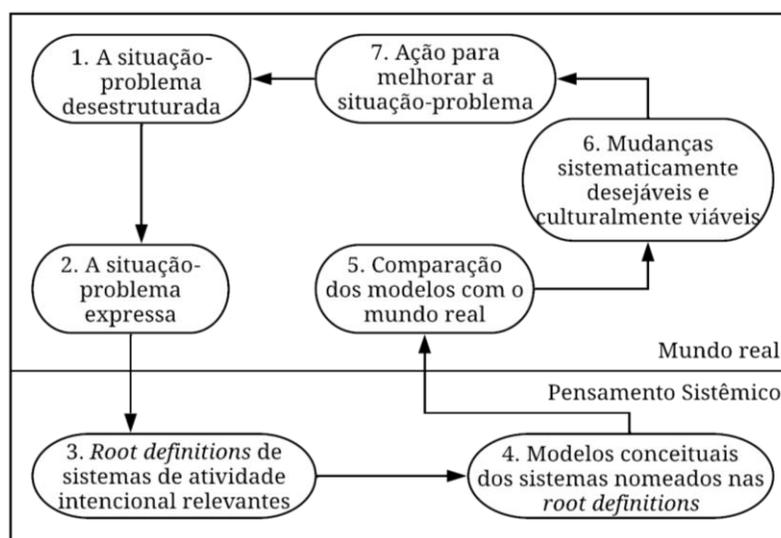


Figura 2: Estágios do SSM

Fonte: Adaptado de Lins e Antoun (2018).

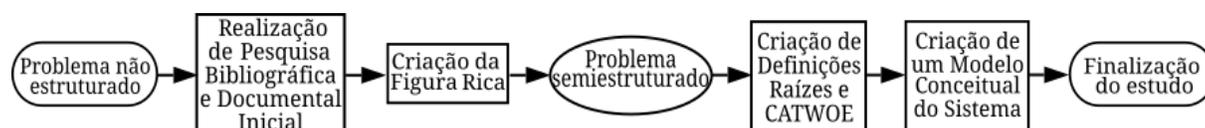


Figura 3: Fluxograma do SSM aplicado nesta pesquisa

Elaborado pelos autores (2022)

Uma vez que após a realização da pesquisa houve modificações no sistema, se referindo ao processo de privatização do sistema de abastecimento de água e esgoto da cidade, houve o acréscimo de mais uma etapa na metodologia, realizando assim uma descrição do funcionamento do sistema, sob a mesma ótica, após a concessão. Esta descrição é trazida como sub tópico da seção de resultados e discussões.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

No primeiro estágio, 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.

Quanto aos órgãos governamentais têm-se a Secretaria de Estado da Infraestrutura (Seinfra), responsável por obras no sistema, a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (Semarh) responsável pela regularização das fontes alternativas de água e a Agência Reguladora de Serviços Públicos do Estado de Alagoas (ARSAL) responsável pela regularização de tarifas.

Dos problemas enfrentados pela CASAL destaca-se a perda de água na distribuição que girava em torno de 50 a 60%, o valor alto do índice pode ser justificado, em partes, pelas irregularidades no sistema, são notificadas de 160 a 180 irregularidades mensais dentre elas ligações clandestinas (“gatos”) e vazamentos (FERRO; HELENO, 2019).

Na esfera governamental podemos destacar a não-conclusão de obras previstas, o Sistema Pratagy, por exemplo, foi projetado para conseguir vazão de 4320 l/s na quarta etapa, atualmente apresenta 600 l/s, menor do que o projetado para sua primeira etapa (CASAL, c2018a). Em agosto de 2015, assinaram a ordem de serviço para obras do Sistema Meirim-Pratagy, uma ampliação do sistema Pratagy por meio da captação no Rio Meirim, o prazo de conclusão era de 12 meses, e, na época, o governo do estado investiu 16 milhões (GAZETA DE ALAGOAS, 2015).

As únicas informações encontradas quanto às obras do Meirim-Pratagy são que estavam atrasadas por lentidão no repasse de verbas do governo federal (MACEIÓ, 2016, 2017) e que estavam sendo executadas apenas em algumas estruturas (MACEIÓ, 2017), resultando em um atraso, até o momento do estudo, de 4 anos. Quanto aos problemas enfrentados pela população, as principais queixas em reportagens foram: falta de água, vazamentos e falta de manutenção.

Para evitar a falta de água parte dos consumidores optam por fontes alternativas, estes não pagam a taxa de esgoto sanitário que é cobrada pela CASAL e recai em 100% sobre o valor da conta de água (ALAGOAS 24h, 2017; CAVALCANTE, 2020).

Foram ainda levantadas matérias jornalísticas com publicação de 2017 a 2019 que contivessem as palavras-chave: CASAL, Água e Maceió. Ao todo foram 27 matérias, 22 de 2019, 4 de 2018 e 1 de 2017. Devido a retirada de matérias antigas do ar, o número de matérias por ano não serve como indicador.

No segundo estágio houve a análise das informações coletadas para identificar as ligações e responsabilidades das partes do sistema e representá-las na figura rica (Figura 4). As linhas preenchidas da Figura 4 representam interligações existentes no sistema atual, as linhas tracejadas indicam interligações incertas. As 27 matérias citadas tiveram seu conteúdo analisado buscando quantificar quais assuntos foram mais abordados, os dados obtidos estão presentes no Quadro 2.

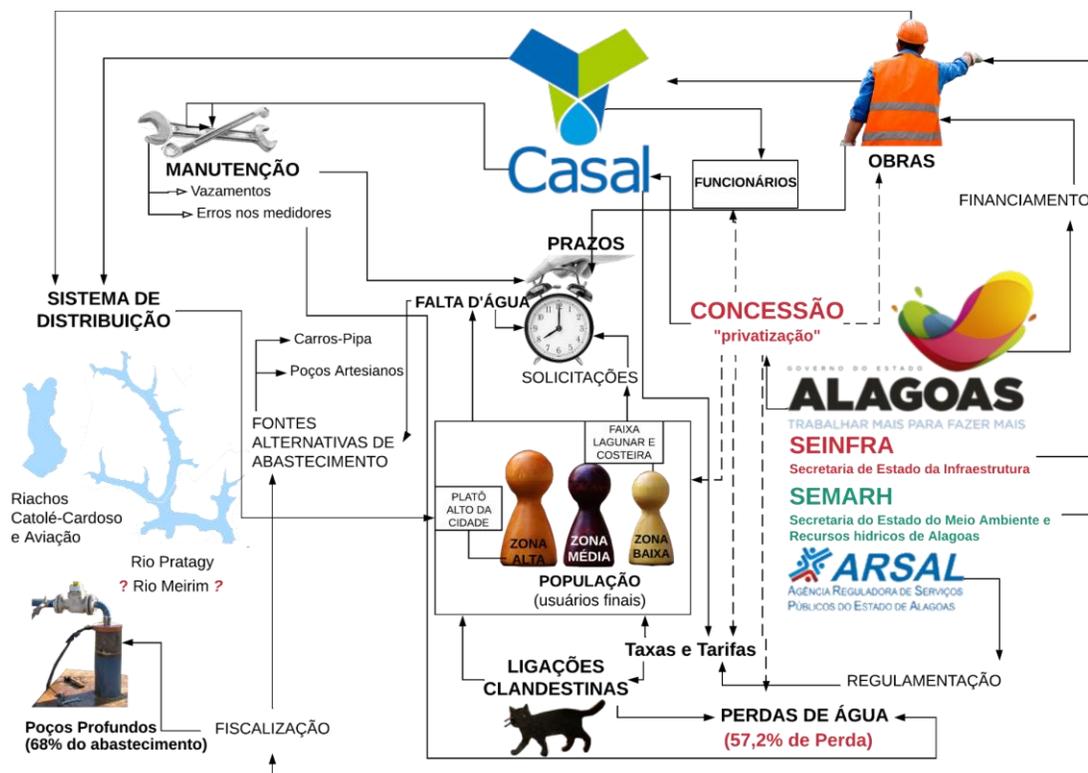


Figura 4 – Figura Rica do Sistema de Abastecimento de Água de Maceió.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em relação ao valor de perdas de água adotou-se o índice presente no Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), segundo este, o índice de perda de Maceió em 2017 foi de 57,2% (BRASIL, 2019).

Quadro 2: 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 pelos autores

Cunha, Silva e Moraes (2015) definem “definições raízes” como sentenças que descrevem de forma sucinta a natureza fundamental do sistema, sendo construídas com base nos componentes do CATWOE (*Customer, Actor, Transformation, World-view, Owner, Environmental*), devem ser precisas e refletir o propósito do sistema e seu funcionamento. Esses elementos foram identificados a partir da pesquisa documental e resumidos no Quadro 3.

Quadro 3 – 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, 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 nas manutenções.	Governo/ CASAL	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 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 atualizados da situação de suas solicitações.	Clientes satisfeitos quanto à qualidade e agilidade do suporte prestado.	Governo/ CASAL	Depende do desenvolvimento de sistema para acompanhamento; gera mudança de processos e necessidade de alimentação do sistema.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Podemos observar no CATWOE os principais agentes de mudanças para as melhorias necessárias e a população como o principal beneficiário do sistema de abastecimento sem falhas. As definições raízes que resumem o CATWOE podem ser observadas no Quadro 4.

Quadro 4 - 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 a defasagem 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 pelos autores.

O Modelo Conceitual (Figura 5) incorpora as definições raízes construídas, 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).

Todas as ações presentes no modelo conceitual visam a satisfação do consumidor em relação ao serviço de abastecimento de água (6), em torno disto têm-se duas ações principais: garantir maior estabilidade no abastecimento de água (7) e manter a população informada sobre manutenções, obras e andamento de solicitações (9).

Nas ações ligadas a estabilidade no abastecimento destaca-se a minimização de perdas de água (4) através do estudo das causas de ligações clandestinas por meio, por exemplo, de pesquisas anônimas e levantamento de informações com a população (1), para que possam ser desenvolvidas ações de combate (2) e a diminuição do tempo para a realização de manutenções (3) mitigando os vazamentos e erros em medidores, e minimizando, além da perda, a falta de água e o prejuízo desta no cotidiano da população.

Ainda visando a estabilidade indica-se o levantamento de medidas preventivas, pela CASAL, para minimização da falta de água (5), e a adoção, pelo governo, de medidas que garantam o cumprimento dos prazos de obras (8), pois certas medidas preventivas podem necessitá-las.

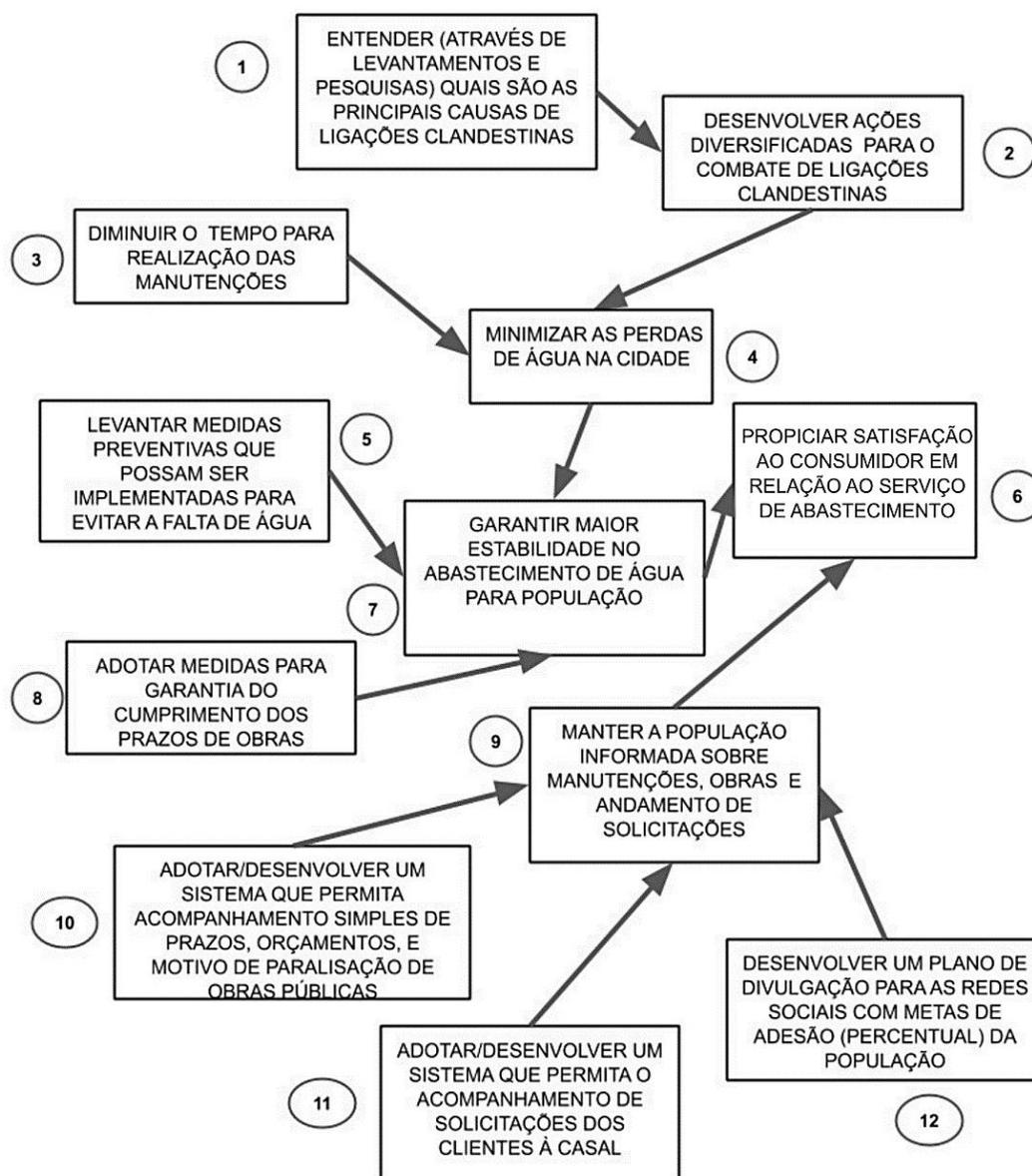


Figura 5 – Modelo Conceitual para o Sistema de Abastecimento de Maceió-AL.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Sobre manter a população informada recomenda-se a adoção ou desenvolvimento de um sistema, pela CASAL, onde haja o registro de solicitações e possibilidade de acompanhamento da previsão de espera ou posição na fila de atendimento (11) e o desenvolvimento de um plano de divulgação das redes sociais (12) dado que apesar das informações sobre manutenção serem publicadas no site da Companhia, este recebe, em média, 90.000 acessos mensais, com duração média de 1 minuto e 57 segundos (SIMILARWEB, 2020), o número de acessos é baixo ao considerar que a Companhia abastece 77 municípios (CASAL, c2018a) e o curto tempo de acesso mostra a possibilidade da página de notícias ser desconsiderada, revelando a necessidade de um ambiente de propagação mais orgânica para divulgação de manutenções.

Visto que os dados quanto a repasses de verbas e motivos de paralisação de obras estão espalhados em diversos portais e documentos propõe-se a adoção de um sistema, pelo governo,

para centralização dessas informações (10) de forma simplificada que garanta o entendimento da população geral e a diminuição de sua insatisfação.

4.1 – Mudanças no sistema de abastecimento de água de Maceió

Em maio de 2020 foi publicado o 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). Em setembro ocorreu 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).

A ação 4 do mapa conceitual (figura 5) passa a ser responsabilidade da BRK. Em 2021, Maceió registrou um índice de perda de 61,55%, o segundo maior dos últimos 10 anos, ficando atrás apenas do valor registrado em 2012 de 64,29% (SNIS, 2022a; 2022b), como pode ser visto na Figura 6.

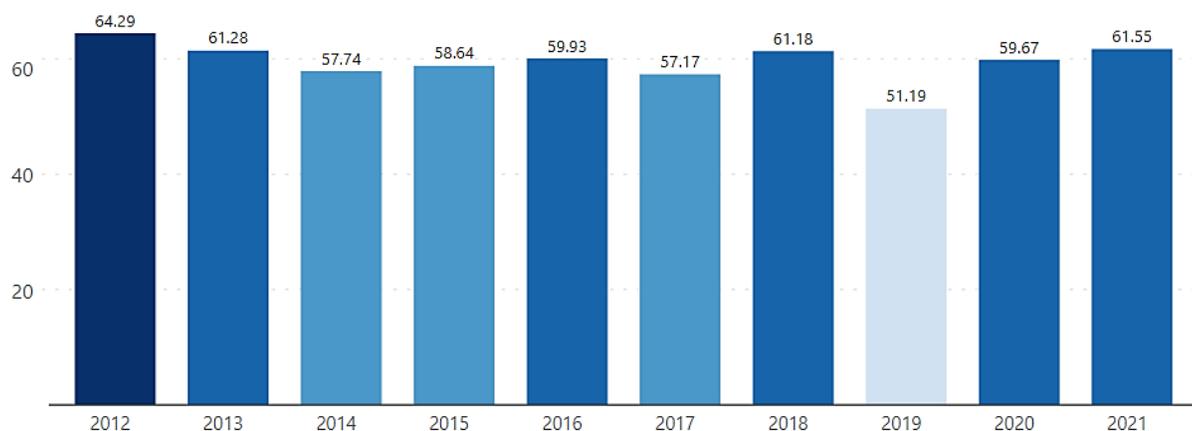


Figura 6: Índices de perda de água (%) na distribuição em Maceió nos últimos 10 anos
Fonte: Elaborado pelos autores baseado em SNIS (2022b).

Quanto às ações ligadas a redução de perdas de água iniciou-se a instalação de macromedidores na cidade em maio de 2022 (BRK, 2022a) programas de hidrometração e de retirada de fraudes e irregularidades estão previstos em contrato (ALAGOAS, 2020). Sobre ligações clandestinas só fora encontrado um informativo com orientações sobre como solicitar a ligação de água, e informações quanto aos malefícios das ligações clandestinas (BRK, 2022b).

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 Pratygy-Meirim, foram passadas à BRK, o contrato prevê que a captação superficial no Pratygy-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, 2021), no entanto, não há previsões sobre as obras que ainda serão realizadas, uma opção à ação 10 é dedicar uma página do site às obras, mostrando prazos para início e conclusão, e a situação atual da obra.

As solicitações de serviços prestados pela CASAL e/ou BRK podem ser acompanhadas presencialmente na agência das empresas 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). A ocorrência de vazamentos continua (PROTASIO, 2022; TAVARES, 2022; ERMIRIO, 2022; G1 AL, 2022), assim como a falta de água, 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 SSM é uma ferramenta que permite organizar a informação para gerar melhor compreensão e estruturar problemas em um sistema. Por meio da identificação de seus clientes e atores sendo estes a população, a CASAL e o Governo do Estado de Alagoas, assim como o mapeamento de suas responsabilidades e interações.

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 ações visando resolver os problemas do sistema, há necessidade de maior envolvimento dos *stakeholders* para verificar se estas são suficientes e viáveis.

Também percebe-se que apesar da mudança estrutural devido à concessão da distribuição de água, os problemas apresentados na pesquisa inicial 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 precisará lidar com os problemas aqui identificados para cumprir as metas do contrato.

A busca da população pela mídia demonstra a necessidade de ações que sanem os problemas antes do contato entre o consumidor e o abastecimento, para isto há necessidade de ações de manutenção preventiva regulares e intensificação das ações de manutenção corretivas e recuperação nas áreas com maior incidência de problemas.

Para pesquisas futuras, indica-se a aplicação de outras metodologias de pesquisa operacional de forma complementar, também é indicado o envolvimento dos *stakeholders* para garantir a viabilidade e receptividade das ações de melhoria. Em estudos sobre o sistema de abastecimento de água em Maceió, sugere-se a integração do sistema de esgoto, visto que a conta é única e o sistema atende menos da metade da população maceioense.

CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram de que não há conflito de interesses no desenvolvimento deste estudo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal de Alagoas (UFAL) pelo financiamento de bolsas de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

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-concorrencia-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. 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 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, 2021. 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>>
- Capital. CASAL, c2018a. Disponível em: <<https://www.casal.al.gov.br/capital/>>
- 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-contraligacoes-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. From optimizing to learning: a development of systems thinking for the 1990. *The Journal of the Operational Research Society* 36, no. 9, 757-767, 1985. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/2582164>>
- CUNHA, Annielli 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-antiores-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-contra-ligacoes-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, S.; ANDRADE, A.; MORAIS, D. "Using Soft Systems Methodology on the Problem

of Water Scarcity," 2015 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, Hong Kong, China, 2015, pp. 273-278, doi: 10.1109/SMC.2015.60.

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>>

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>

KAYAGA, S.; Soft systems methodology for performance measurement in the Uganda water sector. *Water Policy* 1 June 2008; 10 (3): 273–284. doi: <https://doi.org/10.2166/wp.2008.153>

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

LEVINO, N.; FONTANA, M.; MONTE, M.; LIMA FILHO, W. A group decision model for diagnosing barriers to achieving goals in a Brazilian Water Resources Program: an analysis of the state of Alagoas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 28, 2023.

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-contr-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-contr-a-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/>>