

SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE SÃO LUÍS, MARANHÃO E SUSTENTABILIDADE SOCIOAMBIENTAL NOS ANOS DE 2006-2007 E 2023

Data de submissão: 13/05/2024

Data de aceite: 01/07/2024

Flávia Rebelo Mochel

Laboratório de Manguezais e Centro de Recuperação de Manguezais - LAMA/CERMANGUE, Universidade Federal do Maranhão- UFMA, Depto. Oceanografia e Limnologia - DEOLI, São Luís-Maranhão
<https://orcid.org/0000-0001-5911-3171>

Djenane Coimbra Teixeira Mendes

Tribunal de Justiça do Maranhão - TJMA, São Luís, Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/4479937868097627>

RESUMO: O direito à água e ao saneamento básico é reconhecido internacionalmente como um direito humano fundamental. O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6) é uma das 17 metas globais estabelecidas pelas Nações Unidas, como parte da Agenda 2030, que preconiza garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todos. A presente pesquisa constituiu-se de duas etapas: 1) realizada nos anos de 2006 e 2007, com coleta de dados de campo e 2) uma atualização até o ano de 2023 com análise textual e introdução de novos acréscimos. Nos resultados, de 2006 e 2007, verificou-se que o aumento das chuvas estava significativamente correlacionado com o aumento das diarreias

agudas, mas sem correlação com a Hepatite A. Apesar dos avanços realizados em quase duas décadas, entre 2006 e 2023, os resultados das amostras com teor de cloro residual, o pH, estão, em desacordo com a legislação indicam que a rede de distribuição possui, ainda, problemas de manutenção e operação da estrutura, desde a captação até a distribuição à população. A contaminação eventual e pontual, também pode ocorrer pois a rede de distribuição, encontra-se, em diversos locais, com perfurações clandestinas. Recomenda-se que o município de São Luís aumente suas políticas públicas ambientais e parcerias com instituições públicas e privadas, para uma gestão mais efetiva dos recursos hídricos, e que os setores públicos, a sociedade civil, e entidades privadas aumentem o investimento em educação ambiental. A presente pesquisa visa oferecer, além do diagnóstico da qualidade da água de consumo humano fornecido pelos sistemas de abastecimento público na área urbana de São Luís, subsídios para identificação de riscos à saúde humana no consumo de água em desacordo com os padrões de potabilidade e medidas corretivas necessárias.

PALAVRAS-CHAVE: ODS 6; qualidade da água; saneamento básico;

WATER SUPPLY SYSTEMS IN SÃO LUÍS, MARANHÃO AND SOCIO-ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY IN THE YEARS 2006-2007 AND 2023

ABSTRACT: The right to water and sanitation is internationally recognized as a fundamental human right Sustainable Development Goal 6 (SDG 6) is one of the 17 global targets established by the United Nations as part of the 2030 Agenda, which calls for ensuring the availability and sustainable management of water and sanitation for all. The present research consisted of two stages: 1) carried out in 2006 and 2007, with field data collection and 2) an update until 2023 with textual analysis and introduction of new additions. In the results, from 2006 and 2007, it was found that the increase in rainfall was significantly correlated with the increase in acute diarrhea, but without correlation with Hepatitis A. Despite the advances made in almost two decades, between 2006 and 2023, the results of samples with residual chlorine content, the pH, are, in disagreement with the legislation, indicate that the distribution network still has problems with the maintenance and operation of the structure, from collection to distribution to the population. Occasional and punctual contamination can also occur because the distribution network is in several places with clandestine drilling. It is recommended that the municipality of São Luis increase its environmental public policies and partnerships with public and private institutions for a more effective management of water resources, and that the public sectors, civil society, and private entities increase investment in environmental education. The present research aims to offer, in addition to the diagnosis of the quality of water for human consumption provided by the public supply systems in the urban area of São Luís, subsidies for the identification of risks to human health in the consumption of water in disagreement with the standards of potability and necessary corrective measures.

KEYWORDS: SDG 6; water quality; sanitation

INTRODUÇÃO

O direito à água e ao saneamento básico é reconhecido internacionalmente como um direito humano fundamental. Em 2010, a Assembleia Geral das Nações Unidas adotou uma resolução que reconhece explicitamente o direito humano à água potável e ao saneamento seguro. Essa resolução destaca que o acesso à água potável e ao saneamento é essencial para a realização de todos os direitos humanos. As mudanças climáticas podem afetar significativamente a disponibilidade e a qualidade da água, aumentando a frequência e a gravidade de secas, inundações e outros eventos climáticos extremos. Isso pode complicar ainda mais os esforços para fornecer acesso sustentável à água potável e ao saneamento básico.

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6) é uma das 17 metas globais estabelecidas pelas Nações Unidas como parte da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. O ODS 6 se concentra especificamente em garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todos. Entre os principais elementos relacionados ao direito à água estão a acessibilidade, a disponibilidade e a qualidade. Isso significa que todas as pessoas têm direito à água potável em quantidade e qualidade suficientes para suas demandas e que os Estados têm obrigação de garantir o suprimento de água limpa, protegendo as fontes de contaminação.

Quanto ao saneamento básico, o direito das pessoas envolve a acessibilidade, higiene, e a não-discriminação, implicando que qualquer pessoa tem direito à garantia de condições higiênicas consoantes com a saúde pública, ao uso de banheiros e sistemas de tratamento de esgotos dignos, independentemente de sua condição econômica, social, ou de qualquer outro tipo. É obrigação e dever dos Estados assegurar o acesso à água potável e ao saneamento básico para todos, garantir sua distribuição de forma não discriminatória e promover a participação das comunidades e pessoas vulneráveis nas tomadas de decisões quanto à gestão dos recursos hídricos e do saneamento.

A garantia desses direitos não é apenas uma questão ética, mas também é fundamental para a promoção da saúde, dignidade humana e igualdade. Em muitos casos, a falta de acesso à água potável e ao saneamento básico está ligada a questões de pobreza, desigualdade social e falta de desenvolvimento sustentável. A promoção desses direitos é, portanto, uma parte crucial do esforço global para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 6, que se concentra em água limpa e saneamento

A saúde é um direito social fundamental estabelecido na Constituição Federal do Brasil na Lei nº 8.080/90, que reconhece ser um direito de todos e um dever do Estado. A água é um elemento fundamental à vida, sendo necessária para que a pessoa possa desenvolver suas atividades normais e para o crescimento econômico de um povo, devendo atingir a todos de forma integral, além de encontrar-se presente em proporções elevadas no organismo de todos os seres vivos. Para tanto, é indispensável que seu consumo esteja dentro dos padrões de potabilidade exigidos pelo Anexo XX da Portaria 05/2017, alterado pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde.

O Estado do Maranhão possui como empresa de abastecimento de água a Companhia de Águas e Esgotos do Maranhão – CAEMA, sociedade por ações, em regime de economia mista, com capital autorizado, constituída em conformidade com o disposto na Lei Estadual nº 2.653, de 06 de junho de 1966 e ainda a Lei nº 3.886, de 03 de outubro de 1967. (CAEMA. 2007). A CAEMA tem como objetivo social, a promoção de saneamento no Estado e a exploração dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotos sanitários tratamento da água bruta.

Em 2007, a Inspeção sanitária integrava as diversas ações inerentes à Vigilância da Qualidade da água para consumo humano. Tais ações eram adotadas continuamente pelas autoridades de saúde pública para garantir que a água consumida pela população atendesse ao padrão consistente na legislação sanitária vigente – pela antiga Portaria MS nº 518/04, assim como fossem avaliados os riscos que a mesma representava para a saúde humana. Assim como as inspeções, as atividades de cadastro e o plano de monitoramento da qualidade da água consumida, permite a obtenção de indicadores para o desenvolvimento de sistemas de vigilância da qualidade da água e a identificação de fatores de risco e populações vulneráveis, expostas ao risco (consumo de água). O objetivo da inspeção era

avaliar *in loco* cada etapa ou unidade do processo de produção, fornecimento e consumo de água, bem como identificar fatores de risco. Segundo o Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Del Ambiente, a Inspeção Sanitária, constitui a verificação *in loco* da fonte de água e de todas as instalações e equipamentos de um sistema de abastecimento, suas condições e procedimentos de operação e manutenção, visando avaliar a suficiência de todos esses componentes para produzir e fornecer, sob condições seguras, água para consumo humano. (CEPIS, 2001)

METODOLOGIA

A presente pesquisa constituiu-se de duas etapas. A primeira, foi realizada nos anos de 2006 e 2007, e representa, nesse artigo, uma parte dos resultados de dissertação de Mestrado em Saúde e Ambiente, com trabalhos de campo. A segunda etapa representa uma atualização até o ano de 2023 com introdução e análise textual, acréscimo de novos dados, nova abordagem e discussão a partir dos novos documentos oficiais surgidos após a pesquisa de 2007.

Durante o período de 2006 a 2007 a pesquisa foi realizada por meio de atividades de campo, laboratório e por um estudo transversal descritivo, de busca e análise textual, que abrangeu a área urbana do município de São Luís. A amostragem foi baseada em um pequeno grupo de elementos, durante uma pesquisa de mestrado sobre a qualidade da água de sistemas de abastecimento de São Luís, nesse período. Os dados obtidos por amostragem e por pesquisa bibliográfica em 2006-2007, foram discutidos com dados de literatura de 2021, 2023 fornecidos por documentos oficiais, acadêmicos e pelos relatórios da Companhia de Água e Esgotos (CAEMA) do município de São Luís.

Área de Estudo

O Município de São Luís está situado na ilha de São Luís, Estado do Maranhão, localizado a 2°31' S e 44°18' W, apresenta uma área de 822,1km², que corresponde aproximadamente a 0,24% do território do Estado. A área urbana de São Luís está inserida no contexto das principais bacias hidrográficas da Ilha de São Luís, a Bacia do rio Anil e Bacia do rio Bacanga (FIGURA 1) . Nas bacias do Rio Anil e rio Bacanga ocorreu um estrangulamento no abastecimento de água potável, especialmente para os bairros situados na porção mais central da cidade, além de problemas de esgotamento sanitário em virtude do uso e ocupação desordenado do espaço (FIGURA 2). Esse fato promoveu o crescimento urbano, nesses bairros, sem conexão à rede de distribuição da CAEMA o abastecimento e esgotamento sanitário desordenados repercutiu de forma negativa na qualidade da água para consumo humano. O sistema de abastecimento de água para consumo humano no município de São Luís advém, desde 2008, dos Sistemas Italuís, Sacavém e Paciência, uma vez que o Sistema Olho D'Água foi desativado durante o ano de 2007 (CAEMA, 2021).

A qualidade da água dos mananciais Rio Itapecuru, Barragem do Batatã e demais nascentes é regulamentada com base na Resolução CONAMA 357/05, sendo também responsável por este monitoramento a Secretaria de Estado do Meio de Meio Ambiente – SEMA. A CAEMA desempenha o controle dos referidos mananciais, através do monitoramento dos parâmetros químicos de acordo com o Anexo XX da Portaria 05/2017, alterado pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde, Segundo a CAEMA, o controle Hidrobiológico é realizado nos Sistemas de Abastecimento de Água de São Luís e do interior do Estado, e os resultados das análises da Água Tratada são disponibilizados na conta de água, enviada mensalmente aos seus clientes

Seleção e coleta das amostras em acmpo e procedimentos gerais

Para análises da qualidade de água utilizaram-se as amostras de água coletadas em 07 bairros selecionados entre o total dos bairros da área urbana de São Luís, de acordo com o Plano de Monitoramento de amostras definidos pela Vigilância em Saúde Ambiental do Município e aprovados pela Vigilância em Saúde Ambiental do Estado, sob a responsabilidade da CAEMA. Para a seleção destes bairros, contabilizou-se o levantamento realizado na Superintendência de Epidemiologia e Controle de Doenças, da Secretaria Municipal de Saúde de São Luis, nos sistemas Monitoramento de Doenças Diarréicas Agudas – MDDA e SINAN – Sistema de Informações de Agravos de Notificação, para a ocorrência de doenças de veiculação hídrica por bairros e por meses a partir do ano de 2007, para diarreias e também para a ocorrência das hepatites tipo A, nesses mesmos bairros no período de 2006 a 2007.

Durante os meses de janeiro a dezembro de 2006 coletaram-se 393 amostras e nos meses de janeiro a outubro de 2007, coletaram-se 627 amostras. Os Sistemas de Abastecimento analisados e avaliados foram o Sistema Italuís, Sistema Sacavém, Sistema Paciência e o Sistema Olho D'Água, todos abastecidos pela CAEMA. O Sistema Olho D'Água foi desativado no decorrer da pesquisa, portanto, os dados foram descartados da presente pesquisa

Para a coleta, foram utilizados sacos de plástico esterilizados da marca Nazco, de volumes 300ml com pastilha de tiosulfato (1,8% da concentração, para cada 100ml), para análise bacteriológica e sacos com volume de 100 ml para análise físico-químico, sendo que para estas análises se utilizou a quantidade de dois sacos de coleta de 100ml, totalizando um volume de 200ml, para cada amostra. Os equipamentos de leitura dos parâmetros usados em campo na coleta de amostras, o material utilizado na coleta de amostras de água para consumo humano, bem como os profissionais de saúde que participaram das coletas, das inspeções e a colaboração do Laboratório – LACEN, foram gentilmente cedidos pela Vigilância em Saúde Ambiental da Secretaria Municipal de Saúde de São Luis e da Secretaria de Saúde do Estado do Maranhão. Acompanhou-se as inspeções da

CAEMA nos anos de 2006 e 2007, registrando-se, para avaliação das não conformidades, a estrutura física das estações, o tratamento da água, até a sua distribuição e consumo, nos sistemas que abastecem a área urbana de São Luis

Procedimentos de laboratório

Para análise físico-química e bacteriológica das amostras de água para consumo humano, foram utilizados os seguintes parâmetros com seus respectivos valores de referência para atendimento à norma de potabilidade da água de consumo humano, em qualquer ponto da rede de distribuição, segundo a Portaria 518/04, vigente no período de 2006 e 2007:

Turbidez: Valor máximo de 5,0 UT (unidade de turbidez); •pH (potencial hidrogênionico): mantido na faixa de 6,0 a 9,5; •Cloro: adicionado para desinfecção da água, valor mínimo de 0,2mg/l, e máximo de 2.0 mg/L; •Coliformes Totais: as amostras com resultados positivos foram analisadas para *E. coli* e/ou coliformes termotolerantes; Coliformes Termotolerantes: a análise de Coliformes totais e *Escherichia coli*, utilizou-se a cartela Colilert, conforme Standard Methods (1995). Para complementar as atividades de campo de coleta e inspeção nos sistemas, foram também realizadas visitas nos órgãos públicos: SES – Secretaria Estadual de Saúde, SEMUS – Secretaria Municipal de Saúde, CAEMA, FUNASA – Fundação Nacional de Saúde, para coleta de dados sobre os sistemas de abastecimento, dados epidemiológicos da área urbana de São Luís, perfil socioambiental dos bairros com maior ocorrência de diarreia e hepatite A, e dados gerais da pesquisa. Para análise de dados, aplicou-se o teste estatístico de Correlação de Spearman para avaliar a influência do período chuvoso no número de ocorrências de diarreia e hepatite A, nos bairros previamente relacionados para esta pesquisa

RESULTADOS

Nos anos 2006 e 2007, o Sistema Produtor do Itapecuru, chamado Sistema Italuís, captava 2.300 l/s de água direto do rio Itapecuru, sendo recalçada através de 7200m de adutora de ferro fundido dúctil com diâmetro de 1200mm até a estação de tratamento. O sistema de tratamento era o tipo convencional: água atravessava os processos de floculação, decantação, pré-cloração, filtração, pós-cloração e correção de pH, fluoretação e distribuição. Após o tratamento, a água era armazenada em reservatório apoiado, sendo aduzida até a câmara de transição instalada no bairro Tirirical, para distribuição à população.

O Sistema Produtor do Sacavém era abastecido por mananciais superficiais como a represa do Batatã, o Rio da Prata, o Riacho Mãe Isabel, além de captação subterrânea (constituída por 14 poços tubulares profundos em operação e mais três sendo perfurados) que são conectados diretamente com o tanque de água tratada. A estação de tratamento, também do tipo convencional, consistia das seguintes etapas: floculação, decantação,

filtração, cloração e correção de pH. Após o tratamento a água seguia para um reservatório de onde era recalçada para o sistema de distribuição da Zona I. Como o Subsistema Produtor do Sacavém não possui vazão suficiente para suprir a demanda, a complementação é realizada pelo Sistema Produtor do Itapecuru.

Há, também, o Sistema Produtor Paciência, constituído por duas baterias de poços tubulares profundos localizados na bacia hidrográfica do Rio Paciência (Figura 1). Na primeira bateria existem oito poços, porém, apenas sete em operação. A água desses poços é aduzida por gravidade até o reservatório/ poço de sucção da estação elevatória Paciência I. Na segunda bateria, seis poços dos oito existentes estão em operação. A água é aduzida por gravidade até a estação elevatória do Paciência II.

A CAEMA contava, até 2006, com o abastecimento da Estação de Tratamento de Água – ETA do Olho D'Água (manancial superficial) e alguns poços tubulares profundos no bairro do Turú (manancial subterrâneo), utilizados para reforçar a produção da água, que era injetada diretamente na rede de distribuição. Foi desativada no segundo semestre de 2006 para manutenção e permanece inoperante até hoje.

A partir das análises realizadas com os casos de diarreia e hepatite em São Luís, foi possível observar a grande dificuldade que se tem para trabalhar com dados de saúde, principalmente nas regiões norte e nordeste do país, onde não existe a cultura de registro e há uma grande subnotificação do dado, que, do ponto de vista epidemiológico, é muito séria. A Tabela 1 apresenta os bairros com maior ocorrência de casos doenças de veiculação hídrica em São Luís nos anos de 2006 e 2007.

Bairros pesquisados	Diarreia Aguda (DA)	Relação ao total (DA) em São Luis (%)	Hepatite A (HA)	Relação ao total (HA) em São Luis (%)
Aurora/ Parque. Jaguarema	107	0,52	13	12,7
São Francisco	59	0,29	06	5,8
Vila Embratel	1141	5,65	06	5,8
Anjo da Guarda	1100	5,44	03	2,9
Coroadinho/ Coroadó	1470	7,27	04	3,9

Tabela 1. Número de casos de Diarreia Aguda (DA) e Hepatite A (HA) nos bairros selecionados nos estudo e relação percentual ao total do município de São Luís, nos anos 2006 e 2007.

Fonte: Os Autores, adaptado de: Coordenação Geral da ESF- Estratégia de Saúde da Família. Secretaria Municipal de Saúde de São Luis/MA, anos 2006 e 2007.

Verificou-se a relação entre o período climático, seco e chuvoso, no processo saúde – doença em São Luís. O fenômeno da precipitação é o elemento alimentador da fase terrestre do ciclo hidrológico e constitui, portanto, fator importante para os processos de escoamento superficial direto, infiltração, evaporação, transpiração, recarga de aquíferos e vazão básica dos rios. Nos projetos de drenagem, de construção de reservatórios de regularização (barragens) e outros, os dados de precipitação são muitas vezes necessários para o dimensionamento das obras e conduzem resultados mais seguros quanto melhor for sua definição (TUCCI, 1997).

Adicionalmente construiu-se a relação entre a precipitação pluviométrica no município de São Luis e sua influência na ocorrência de doenças de veiculação hídrica – diarreia e hepatite A - no ano de 2007, de acordo com os gráficos de notificação de diarreia nos 07 Distritos de Saúde de São Luis, distribuídos durante os 12 meses do ano de 2007, fornecidos pela Superintendência de Epidemiologia da Secretaria Municipal de Saúde de São Luís.

Os resultados encontrados demonstram a relação do aumento de casos de doenças (diarreia) no período chuvoso. No entanto, para os 104 casos de Hepatite A, notificados em São Luis no ano de 2007, pode-se observar que as ocorrências com maior incidência mantêm-se constantes. Para corroborar com as observações preliminares feitas diante dos resultados, sobre a relação entre a média pluviométrica e o número de ocorrências de casos de diarreia e hepatite A em São Luís, foi realizado testes estatísticos. A correlação entre a precipitação pluviométrica e as quantidades de casos de hepatite A, bem como entre a precipitação e a quantidade de casos de diarreia aguda no município de São Luís encontram-se na Tabela 2. Nota-se que a precipitação pluviométrica influenciou significativamente os casos de diarreia aguda em São Luís. Quanto aos casos de diarreia, no município de São Luís é significativa a relação do número de casos com a precipitação. Ou seja, quanto maior a quantidade de precipitação maior é a quantidade de casos de diarreia aguda no município. Não foi constatada relação entre o número de casos de hepatite A e a quantidade de precipitação pluviométrica (Tabela 2).

Variáveis	Correlação de Spearman	Valor
Precipitação pluviométrica x n° de casos de Hepatite A	Coeficiente de correlação	0,129
	p-valor	0,689
Precipitação pluviométrica x n° de casos de diarreia em São Luís	Coeficiente de correlação	0,739 ^{*a}
	p-valor	0,006

^{a*}Correlação significativa a 0,01 (1%)

Tabela 2 .Resultado da correlação de Spearman para a relação entre a precipitação pluviométrica e as doenças de veiculação hídrica levantadas neste estudo, nos anos de 2006 e 2007

Fonte: Os Autores

Na Tabela 3, foi testado, separadamente, por bairro (distrito), a correlação entre a precipitação pluviométrica e os casos de diarreia aguda (DA). O bairro de Bequimão, apresentou correlação significativa a 1% (p-valor<0,01), o de Itaquí-Bacanga, onde estão localizados os bairros do Anjo da Guarda e Vila Embratel, (com alto índice de casos de diarreia em São Luis) apresentaram correlação significativa a 5% (p-valor<0,05) e o bairro de Tirirical apresentou correlação significativa a 10% (p-valor<0,10). E todos com coeficientes positivos, ou seja, à medida que aumenta a quantidade de chuva, aumenta também a quantidade de casos de diarreia aguda. Os demais bairros não apresentaram correlação significativa, ou seja, a quantidade de chuva não interferiu na quantidade de casos de diarreia (Tabela 3). Verifica-se, na Tabela 3, que a precipitação pluviométrica influenciou significativamente os casos de diarreia aguda nos bairros do Bequimão, Itaquí-Bacanga e Tirirical.

Variáveis	Correlação de Spearman	Valor
Precipitação pluviométrica x nº de casos de diarreia - Vila Esperança	Coefficiente de correlação p-valor	0,399 0,198
Precipitação pluviométrica x nº de casos de diarreia - Bequimão	Coefficiente de correlação p-valor	0,897*a 0,000
Precipitação pluviométrica x nº de casos de diarreia - Centro	Coefficiente de correlação p-valor	0,492 0,104
Precipitação pluviométrica x nº de casos de diarreia - COHAB	Coefficiente de correlação p-valor	0,448 0,144
Precipitação pluviométrica x nº de casos de diarreia - Coroadinho	Coefficiente de correlação p-valor	0,49 0,106
Precipitação pluviométrica x nº de casos de diarreia - Itaquí-Bacanga	Coefficiente de correlação p-valor	0,673**b 0,017
Precipitação pluviométrica x nº de casos de diarreia - Tirirical	Coefficiente de correlação p-valor	0,553***c 0,062

*Correlação significativa a 0,01 (1%); **Correlação significativa a 0,05 (5%); ***Correlação significativa a 0,10 (10%)

Tabela 3 . Resultado da correlação de Spearman para a relação entre a precipitação pluviométrica e diarreia aguda, nos anos de 2006 e 2007, em diferentes bairros do município de São Luís

Fonte: Os Autores

A diarreia constitui uma das principais causas de morbimortalidade em crianças menores de cinco anos de idade, principalmente em menores de um ano, e, por isso, é considerado um grave problema de saúde pública. (CORTEGUERA, 1986). Uma pesquisa sobre a poluição bacteriológica dos Rios Anil, Bacanga e Paciência, nas fases de enchente e vazante da maré, concluiu que que estes rios não poderiam ser utilizados para abastecimento de água da cidade e que a poluição bacteriológica fluvial contribuía como

principal causa das diarreias infantis em São Luis (LIAO et al.,1995). Importante esclarecer que, a CAEMA, faz o seu Plano de Monitoramento de coletas de amostras de água que é apresentado e aprovado pela Vigilância em Saúde Ambiental (Art.18, Portaria MS nº 518/04). Muitos bairros de São Luis não foram contemplados no Plano de Amostragem nos anos de 2006 e 2007. Ressalta-se, que os pontos de monitoramento são modificados, em média, de dois em dois anos, até que todos os bairros sejam contemplados na avaliação da água fornecida.

Durante 2006 e 2007, o Italuís foi o sistema de abastecimento que mais apresentou parâmetros fora dos padrões, principalmente quanto aos coliformes Totais e Termotolerantes. O sistema apresentou várias não conformidades detectadas durante inspeção, desde às suas instalações, da captação até à rede de distribuição de abastecimento de água (FIGURA 2 e FIGURA 3). O sistema Italuís, que capta água do Rio Itapecuru e abastece cerca de 75% da população de São Luis, já se encontrava defasado e com desgaste natural na adutora da reservação até São Luis. Apresentava indícios de comprometimento na sua estrutura, com rompimentos constantes, causando transtornos e intermitência no abastecimento, necessitando de manutenção ou troca para manter a integridade da água e evitar riscos de contaminação à população. A Figura 2 mostra o total de amostras analisadas e os resultados dos parâmetros fora dos padrões para cada mês coletado para o total de 248 amostras coletadas em 2006, no Sistema Italuís.

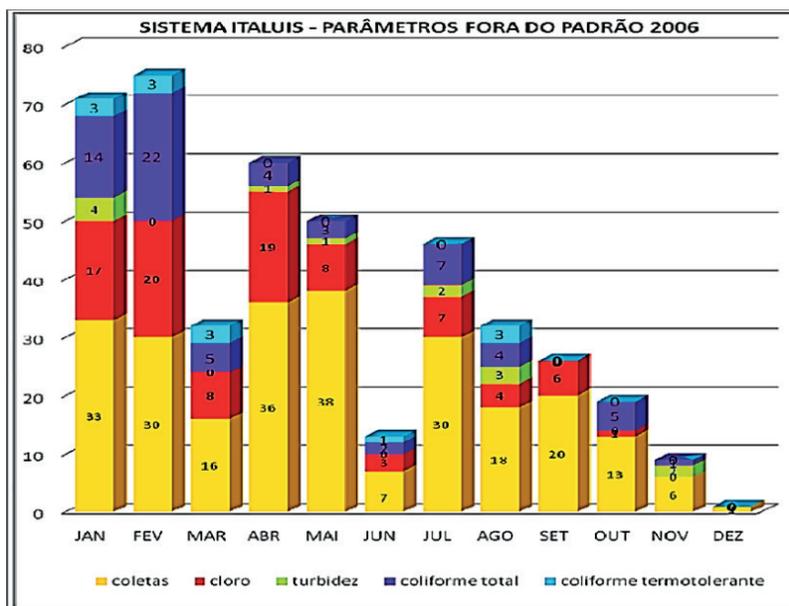


Figura 2. Resultados para amostras na rede de distribuição do Sistema Italuís, com parâmetros fora dos padrões de potabilidade da água no ano 2006 .

Fonte: VIGIAMB, 2007.

Em 2006, para o parâmetros fora dos padrões os resultados foram : cloro 93 amostras; turbidez 13 amostras; coliforme total 67 amostras; coliforme termotolerante 13 amostras. Esse resultado mostra as não conformidades encontradas durante a etapa do tratamento da água distribuída pelo sistema, que conseqüentemente ocasiona anomalias nos resultados das amostras de água coletadas na rede de distribuição.

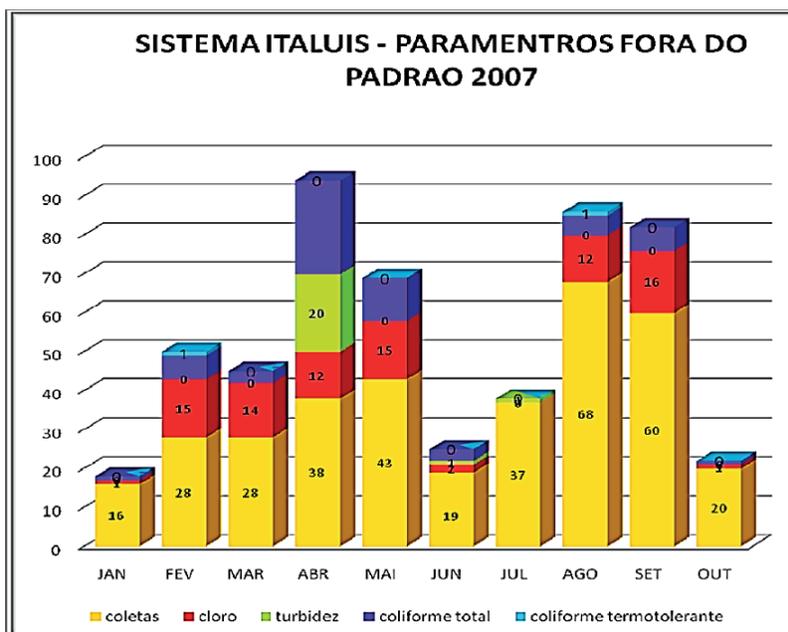


Figura 3. Resultados para amostras na rede de distribuição do Sistema Italuís, com parâmetros fora dos padrões de potabilidade da água no ano 2007

Fonte: VIGIAMB. 2007.

Em 2007, foi coletado um total de 357 amostras no Sistema Italuís durante os meses de janeiro a outubro, sendo que para as amostras fora dos padrões foram encontrados 88 resultados positivos para o cloro, 22 amostras para turbidez; coliforme total 60 amostras; coliforme termotolerante 02 amostras.

A água distribuída pelo Sistema Italuís encontrava-se com sérios problemas tanto no tratamento da água como também na manutenção das adutoras, devendo ser tomadas as medidas corretivas de acordo com as diretrizes do Manual de Boas Práticas no Abastecimento de Água, editado pelo Ministério da Saúde. Além disso, a população abastecida, devia ser informada sobre possíveis riscos de adquirir doenças de veiculação hídrica e métodos de tratamento de água alternativos, até que a situação fosse sanada.

Entre os anos 2006 e 2007, o Sistema Sacavém era abastecido por mananciais superficiais da represa do Batatã, rio da Prata e Riacho Mãe Isabel e também por mananciais

subterrâneos atendendo à Zona de Abastecimento I. A Estação Elevatória destinada a recalcar as águas do Riacho Mãe Isabel para a Estação de Tratamento (ETA), no bairro do Sacavém e para recalcar água tratada. Linhas adutoras se interligavam individualmente a uma adutora comum por gravidade. Esta adutora encaminhava as águas captadas para o reservatório/poço de sucção da Estação Elevatória de Água Tratada, onde se juntavam as águas tratadas superficiais para serem cloradas e depois recalçadas para os reservatórios de distribuição da Zona I. A ETA – Estação de Tratamento de Água, apresentava capacidade nominal para tratamento de 600l/s, mas estava tratando aproximadamente 400 l/s. O tratamento era do tipo convencional: mistura rápida, coagulação, floculação, decantação, filtração, fluoretação e desinfecção com cloro gás. Do total de 90 amostras de água para consumo humano coletadas na rede de distribuição do sistema de abastecimento do Sacavém, foram analisados os parâmetros preconizados pela Portaria 518/04: cloro, turbidez, coliformes totais e coliformes termotolerantes, durante os meses de janeiro a dezembro de 2006 e 131 coletas nos meses de janeiro a outubro de 2007.

A Figura 4 demonstra os resultados para as amostras analisadas e os parâmetros fora dos padrões para cada mês coletado em 2006. Para cloro foram 25 amostras fora dos padrões; para turbidez foi 01 amostra; para coliforme total foram 24 amostras; para coliforme termotolerante, não houve amostras fora do padrão em 2006.

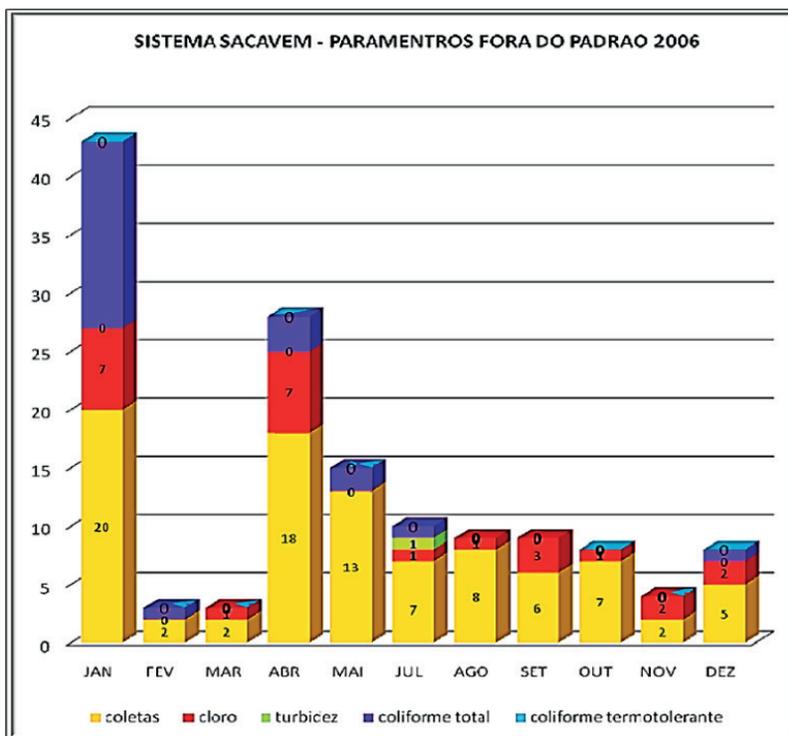


Figura 4 Resultados para amostras na rede de distribuição do Sistema Sacavém, com parâmetros fora dos padrões de potabilidade da água no ano 2006

Fonte.: VIGIAMB,2007.

As não conformidades encontradas nos resultados das amostras também demonstram falhas no processo de tratamento da água, como a manutenção do residual de cloro 0,2 mg/L na rede de distribuição e manutenção das adutoras. São deficiências perfeitamente sanáveis do ponto de vista técnico sanitário, uma vez que não houve presença de coliformes termotolerantes, que é um agravante e forte indicador de contaminação por bactéria fecal.

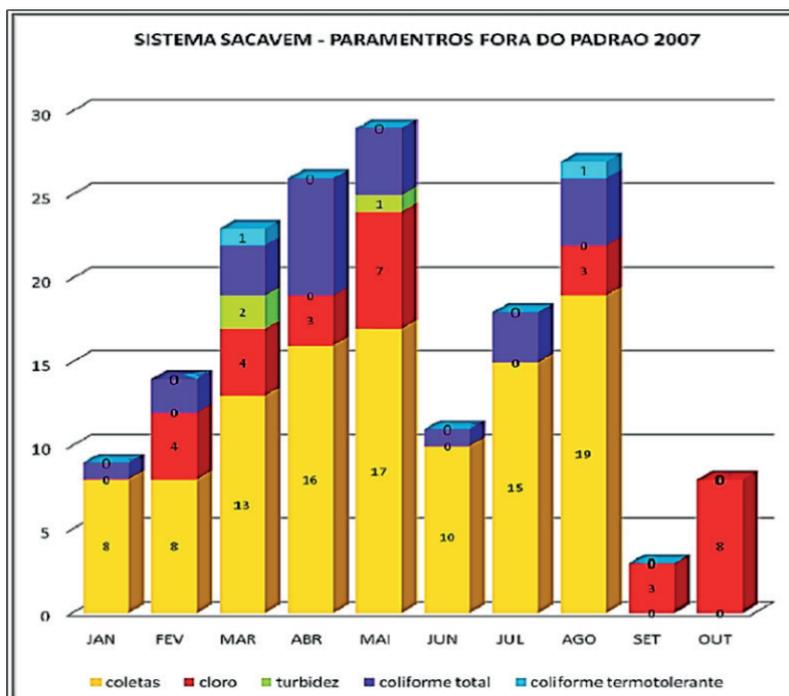


Figura 5 Resultados para amostras na rede de distribuição do Sistema Sacavém, com parâmetros fora dos padrões de potabilidade da água no ano 2007

Fonte.: VIGIAMB,2007.

Em 2007, do total de 131 amostras coletadas no sistema durante os meses de janeiro a outubro, os parâmetros fora dos padrões foram : cloro 32 amostras; turbidez 03 amostras; coliforme total 30 amostras; coliforme termotolerante não houve amostras fora do padrão. A observação deste gráfico de 2007, assemelha-se ao de 2006, pois as falhas no processo de tratamento de água, quanto à manutenção do residual de cloro no sistema Sacavém, era deficiente e não atendia aos padrões mínimos exigidos pela Portaria 518/04, devendo ter um monitoramento mais eficaz pelos responsáveis para evitar possíveis riscos à saúde da população que consome a água fornecida por esse sistema.

O Sistema Paciência atende à Zona de Abastecimento III e era constituído por duas baterias de poços tubulares profundos compondo os Sistemas Paciência I, com

somente 07 dos 08 poços estavam em funcionamento e Paciência II, com 06 poços em funcionamento. As águas do sistema Paciência II eram encaminhadas a uma Estação Elevatória de Água Bruta, e eram recalçadas para o tanque de contato na Estação Elevatória principal do Sistema Paciência I, onde recebiam desinfecção e fluoretação. Entre janeiro de 2006 e outubro de 2007 foram realizadas coletas na rede de distribuição do sistema de abastecimento do Paciência um total de 191 amostras de água para consumo humano, onde foram analisados os quatro parâmetros preconizados pela Portaria 518/04, para rede de distribuição: cloro, turbidez, coliformes totais e coliformes termotolerantes. As coletas, como as demais, também foram realizadas de acordo com a programação de coletas do Plano de Amostragem definido pela Vigilância em Saúde Ambiental Municipal.

A Figura 6 mostra os resultados para as 52 amostras coletadas em 2006, na rede de distribuição do Sistema Paciência, com parâmetros fora dos padrões de potabilidade da água. Do total de 52 amostras coletadas em 2006, obteve-se, para as amostras fora dos padrões de potabilidade: cloro 45 amostras; turbidez 03 de amostras; coliforme total 08 amostras; coliforme termotolerante não houve resultado positivo.

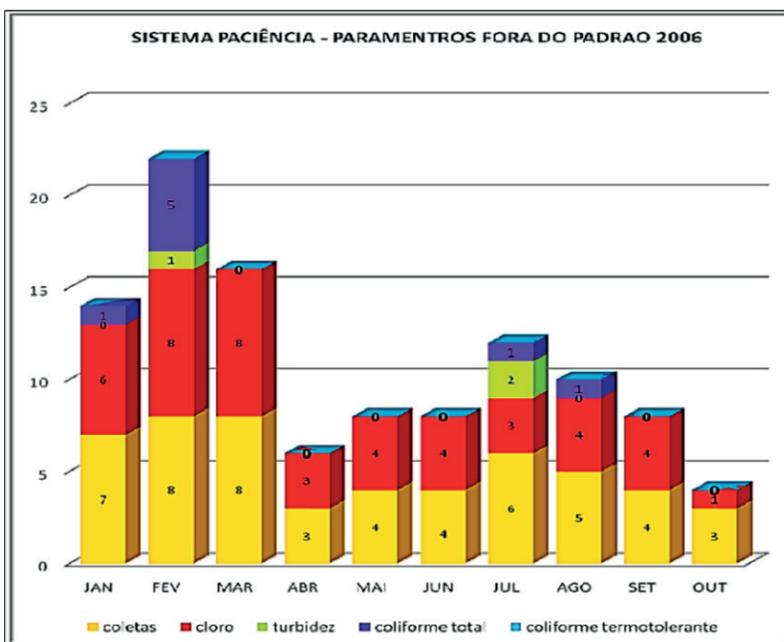


Figura 6 Resultados para amostras na rede de distribuição do Sistema Paciência, com parâmetros fora dos padrões de potabilidade da água nos anos 2006

Fonte.: VIGIAMB,2007.

Em 2007, foram coletadas um total de 139 amostras de janeiro a outubro, sendo que para as amostras fora dos padrões que para o parâmetro cloro foram 04 amostras fora dos padrões; para turbidez foram 04 de amostras fora dos padrões; para coliforme total foram 32 amostras fora dos padrões; para coliforme termotolerante foi 01 amostra fora do padrão (FIGURA 7).

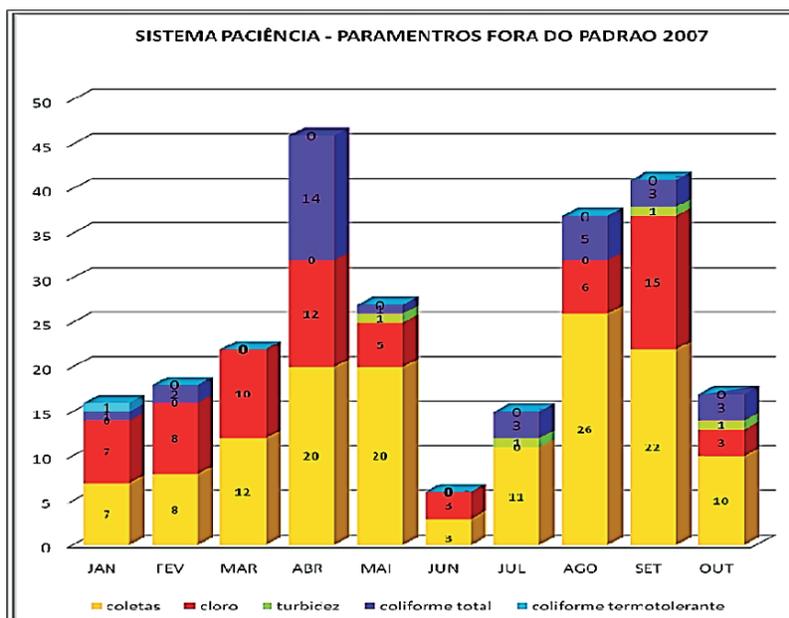


Figura 7. Resultados para amostras na rede de distribuição do Sistema Paciência, com parâmetros fora dos padrões de potabilidade da água nos ano 2007

Fonte.: VIGIAMB,2007.

Naquele ano teve uma redução considerável do quantitativo de amostras fora dos padrões para cloro, o que poderia significar uma melhoria no tratamento, na etapa da desinfecção com cloro. Entretanto, o número de amostras com coliforme total presente na rede ainda era elevado, podendo ser causado por falhas de manutenção das adutoras (FIGURA 7).

Em 2009, entre os problemas da CAEMA estavam as Estações de Tratamento de Esgotos do Jaracati e Bacanga e abandonadas e desativadas há pelo menos 3 anos, contribuindo para o lançamento de esgotos *in natura* para as praias. Foi elaborado um Planejamento Estratégico 2009-2013, com vários eixos de atuação, sendo uma das suas prioridades, a coleta e o tratamento de esgotos. No ano de 2010 a CAEMA iniciou a construção da Rede Interceptora do Sistema de Esgotamento Sanitário São Francisco e da Bacia do Bacanga, para ampliar a coleta de esgotos no município de São Luís. Em 2011, há mudança na Portaria que estabelece os padrões e demais procedimentos da

qualidade e potabilidade da água para consumo humano para a nova Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde. Segundo a CAEMA, os recursos das obras do PAC ampliaram as obras de água e saneamento. Realizou-se a hidrometração (micromedição) para redução do índice de perdas de água em São Luís, remanejando-se 19 km de adutora do Sistema Italuís instalando-se mais de cem mil novos hidrômetros. Por outro lado, os processos de ocupação urbana e industrial da Ilha de São Luís, por uma população aproximada de 1,3 milhões de habitantes, acarretou o aumento da contaminação de suas bacias hidrográficas que passaram a receber cerca de 3 a 5 m³/s de esgotos “in natura” (MACEDO, 2012).

O Sistema de Abastecimento do Paciência, em 2018, encontrava-se ameaçado pelo lixão de Paço do Lumiar, que contaminava o solo, comprometendo as atividades residenciais e agrícolas, inclusive com presença de metais acima do valor permitido VMP pela Resolução CONAMA nº 420, de 2009 (PINHEIRO & MOCHEL, 2018). Além disso, verificava-se a intensa degradação do Rio Paciências e seus afluentes (CASTRO & PEREIRA, 2016). O estado de degradação e poluição das bacias hidrográficas da Ilha foi se enquadrando como um processo contínuo e progressivo, levando a um déficit no fornecimento e qualidade da água dos sistemas de abastecimento, com o sistema do Sacavém já em colapso. (BARROS E BANDEIRA, 2020). O lançamento de esgoto doméstico *in natura* nos rios e riachos da ilha é a causa principal da contaminação e redução da qualidade da água (BARROS E BANDEIRA, 2020).

Em 2017, uma nova mudança passou o Anexo XX da Portaria 05/2017 do Ministério da Saúde a estabelecer os padrões de qualidade e potabilidade da água para consumo humano. E, no ano de 2021, esse Anexo XX da Portaria 05/2017, foi alterado pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde, estabelecendo os padrões e demais procedimentos relativos ao controle e vigilância da qualidade e potabilidade da água para consumo humano.

Em 2021, a CAEMA expressou em seu Relatório de Qualidade da Água (CAEMA, 2021) que os mananciais do Itapecuru e do Batatã vinham sofrendo significativo desmatamento de suas matas ciliares, sendo que o Rio Itapecuru, recebia, ainda, os impactos do assoreamento e lançamento de esgotos ao longo de sua extensão. A CAEMA (2021) ressaltou, ainda, a possibilidade de contaminação do manancial do Itapecuru pela existência de atividades agrícolas e agropecuárias com uso de defensivos agrícolas em sua rede de drenagem, mas, que, até então, a qualidade da água dos rios era apropriada para tratamento e distribuição para consumo humano (CAEMA, 2021). A Companhia informou, também, sobre a existência de projetos para recuperação de matas ciliares nas nascentes e margens do Rio Itapecuru. Nesse relatório de Qualidade da água, a CAEMA apresenta o Quadro 1, no qual evidencia-se, por meio dos parâmetros analisados, que, em 2021 não se comprovou contaminação por elementos e/ou substâncias químicas indesejáveis. A CAEMA, efetua o controle da qualidade das águas dos mananciais superficiais e subterrâneos (poços) e da rede de distribuição, de acordo com os parâmetros exigidos no anexo XX da Portaria 05/2017, do Ministério da Saúde. A qualidade da água dos mananciais Rios:

Itapecuru, da Prata, Riacho Mãe Isabel e Barragem do Batatã é regulamentada com base na Resolução nº 357/05 e nº 430/11 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), sendo responsável também por este monitoramento a Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA. A água produzida e distribuída por Sistemas de Abastecimento de Água supridos por poços tubulares profundos é submetida a processo de desinfecção, e os supridos por mananciais superficiais é submetida a processos de tratamento (QUADRO 1).

NÚMERO DE AMOSTRAS ANALISADAS - ANO 2021															
ANO	Turbidez			Cor			Cloro Residual			Coliformes Totais			Coliformes Termotolerantes		
	Exigidas	Analisadas	Em conformidade	Exigidas	Analisadas	Em conformidade	Exigidas	Analisadas	Em conformidade	Exigidas	Analisadas	Em conformidade	Exigidas	Analisadas	Em conformidade
2021	12861	14787	13623	12861	14787	13623	12493	14660	13030	12626	14787	13623	7965	14487	14361

Quadro 1. Qualidade da água do Sistema Italuís, em 2021 segundo relatório fornecido pela CAEMA.

Fonte: CAEMA, 2021

Os resultados apresentados no Quadro 1 referem-se a análises de coletas realizadas de janeiro de 2021 a agosto de 2021, para os parâmetros: Turbidez, pH, Cor, Cloro Residual Livre, Coliformes Totais e Escherichia coli (Termotolerantes) Os resultados comparados de acordo com o padrão de potabilidade da Portaria Ministério da Saúde nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Uma detalhada compilação de dados encontra-se no Resumo Executivo 4, realizado para a elaboração do Plano Setorial de Abastecimento de Água Potável e Esgotamento Sanitário de São Luís – PSAESL, e entregue em 2023 durante convênio entre a Vale S.A. o Estado do Maranhão, a Prefeitura de São Luís e Tractebel engenharia, para futura execução.

Nesse Resumo Executivo (VALE, 2023) os resultados para o Sistema Italuís, no ano de 2021, demonstram que, a partir de, cerca 590 testes mensais, retiradas de amostras coletadas em diferentes pontos do sistema de distribuição, nenhuma amostra analisada em janeiro apresentou resultados em desconformidade com o padrão de potabilidade para os parâmetros turbidez, cor, pH e Escherechia coli. (VALE, 2023) Em abril, entre 606 amostras analisadas, o cloro apresentou 25 amostras abaixo da concentração recomendada. Em todos os meses analisados em cerca de de 5 a 6 amostras apresentaram coliformes totais na média de 590 testes mensais. Em amostras analisadas pelo município, os mesmos resultados foram encontrados e a ocorrência de coliformes totais se deram nos mesmos locais, nas regiões de Angelim, Bequimão e Maranhão Novo. Esses resultados sugerem contaminação por coliformes totais na rede de distribuição desses bairros, e,não, problemas operacionais na ETA (VALE, 2023)

Em 2021, no Sistema Sacavém, cerca de 181 testes mensais foram realizados a partir de amostras retiradas em diferentes pontos do sistema de distribuição. Os resultados mostraram que não houve amostras em desconformidades com o padrão de potabilidade para os parâmetros testados, com exceção de coliformes totais. Entre fevereiro a agosto de 2021 cerca de 1% a 2% das amostras testadas apresentaram coliformes totais. Em fevereiro foi informado que as análises com coliformes foram obtidas dos bairros Cambaia e Outeiro da Cruz. Isso não foi descrito nos outros meses (VALE, 2023)

O Sistema Paciência, em 2021, apresentou as maiores desconformidades dos sistemas de abastecimento estudados. Foram mais 863 análises no total, obtidas em diferentes pontos da rede de distribuição, o pH da água captada, de todas as amostras testadas em 2021, estavam fora do padrão de potabilidade. Esse é um grande problema, pois, apesar de contar com calagem para correção do parâmetro Ph, esse parâmetro não atendeu o padrão de potabilidade em nenhuma das análises. Segundo ainda, encontra-se no Resumo Executivo da VALE (2023) Que em abril de 2021, dois terços dos testes não atingiram a concentração mínima de cloro residual livre na rede de distribuição, mas que isso pode ter sido um erro operacional pois não ocorreu nos meses seguintes. É importante ressaltar que a questão da não conformidade do cloro foi um problema recorrente nas amostras testadas, nos anos de 2006 e 2007, nos três sistemas de abastecimento discutidos na presente pesquisa (as Autoras). Quanto aos coliformes totais, no Sistema Paciência em 2021, ocorrem em torno de 4 amostras por mês em pontos da rede de abastecimento do Sistema Paciência. Apenas de março e junho, observa-se a recorrência da localidade Cohab Anil IV entre as regiões de ocorrências de coliformes totais Nenhuma amostra analisada apresentou resultados em desconformidade com o padrão de potabilidade para os parâmetros turbidez, cor e Escherichia coli.

De acordo com o Relatório de Sustentabilidade disponibilizado no site da CAEMA, 2021 (ULTIMO DISPONÍVEL NO SITE) DESCARTE DE EFLUENTES A Companhia tem dois tipos de descarte de efluentes. O primeiro tipo é o efluente de sistemas de esgotamento sanitário, o qual, na presença de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), é convertido em efluente tratado e volta destinado ao corpo receptor, de acordo com o estabelecido na legislação vigente – CONAMA N°430/2011. Em 2020, a Companhia investiu na ampliação da coleta de esgoto e melhoria de diversas ETE's em São Luís. O segundo tipo diz respeito ao residual das Estações de Tratamento de Água (ETA), proveniente da lavagem dos decantadores e filtros. A Produção de água para abastecimento também aumentou com a participação de novos sistemas, além do aumento dos poços isolados (VALE, 2023), o Sistema Cidade Operária e o Sistema São Raimundo ampliaram o atendimento de água para a comunidade (FIGURA 8). Entretanto, é importante ressaltar que o excesso de perfuração de poços para obtenção de água pode aumentar a salinização dos aquíferos, especialmente considerando as áreas costeiras e as implicações das mudanças climáticas (MOCHEL, et al., 2020).

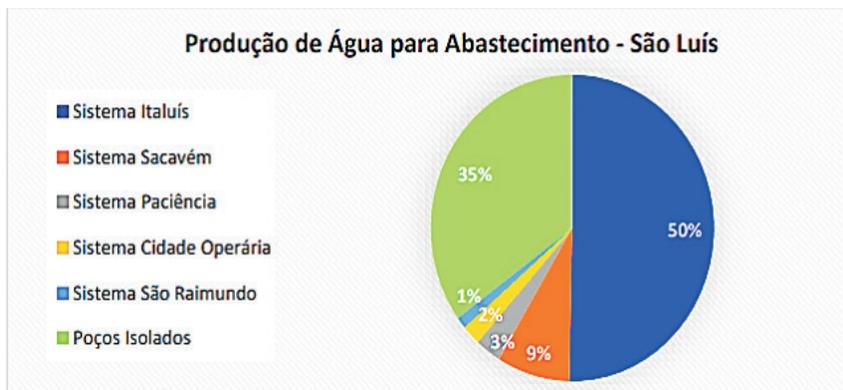


Figura 8 – Participação de cada sistema na produção de água no abastecimento de São Luís. Fonte: VALE, 2023

Verifica-se que no convenio assinado entre a Vale S.A. o Estado do Maranhão, a Prefeitura de São Luís e Tractebel engenharia, para futura execução do Plano Setorial de Abastecimento de Água Potável e Esgotamento Sanitário de São Luís – PSAESL, busca-se um esforço conjunto de superar os desafios impostos pela dificuldade da manutenção das estruturas de água e saneamento na atual conjuntura de Mudanças Climáticas, especialmente com o aumento dos adensamentos populacionais de baixa renda e de moradias precárias. Principalmente nas regiões com menores índices de abastecimento de água e saneamento básico do país, as parcerias entre setores públicos e privados e o avanço tecnológico mostram-se fundamentais para atingir as metas estabelecidas entre governos , para a melhor qualidade da vida, como recomenda a Agenda 2030 (MOCHEL e MARTINS, 2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar dos avanços realizados em quase duas décadas, entre 2006 e 2023, acredita-se que com o atual abastecimento de água e a situação do saneamento expostos na presente pesquisa, a população de São Luís ainda está possivelmente exposta ao risco de doenças e outros agravos à saúde. Encontram-se, ainda, falhas no processo de tratamento e distribuição quanto à potabilidade da água consumida. Os resultados das amostras com teor de cloro residual em desacordo com a legislação indicam que a rede de distribuição possui problemas de manutenção, conservação e operação da estrutura, desde a captação até a distribuição à população, que assegure o abastecimento público de qualidade. Além disso, , também pode ocorrer uma contaminação eventual e pontual, uma vez que a rede de distribuição encontra-se, em diversos locais, com perfurações clandestinas.

Nesse estudo, realizou-se, entre 2006 e 2007 uma correlação entre as ações de saneamento ambiental e a saúde da população, utilizando como ferramenta a vigilância

epidemiológica, verificando-se que o aumento das chuvas está significativamente correlacionado com o aumento das diarreias agudas, mas não tem correlação com a Hepatite. Recomenda-se intensificar as ações do Programa VIGIAGUA – Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, para garantir o fornecimento de água com qualidade à população.

É necessário que o município de São Luis aumente suas políticas públicas direcionadas aos problemas ambientais e estabeleça mais parcerias com instituições públicas e privadas, como o caso da PSASEL, e outras para fazer a gestão mais efetiva do meio ambiente e da qualidade de vida. Os setores públicos e governamentais, a sociedade civil, e entidades privadas devem aumentar o investimento em campanhas de educação ambiental quanto aos recursos hídricos, esclarecer a população sobre a importância de se manter a qualidade da água consumida, a prevenção de riscos à saúde principalmente no período chuvoso, uma vez que as soluções para as questões hídricas não se baseiam somente em aplicação de técnicas para captação, armazenamento e preservação da água, a solução também envolve o interesse público e o envolvimento da sociedade. A presente pesquisa visa oferecer, além do diagnóstico da qualidade da água de consumo humano fornecido pelos sistemas de abastecimento público na área urbana de São Luis, subsídios para identificação de riscos à saúde humana no consumo de água em desacordo com os padrões de potabilidade medidas corretivas necessárias.

REFERÊNCIAS

ANJOS NETO, S. P. **Aspectos históricos e diagnóstico técnico operacional do sistema de esgotos sanitários** de São Luís. São Luís: [s.n], 2006

BARROS, J.S. ; BANDEIRA, C.N. **Geodiversidade da ilha do Maranhão** / Organização [de] José Sidney Barros [e] Íris Celeste Nascimento Bandeira. – Teresina : CPRM, 2020. 149 p. : il. Levantamento da geodiversidade: nota explicativa

CAEMA - **23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental** 18 a 23 de setembro de 2005 - Campo Grande/MS

CAEMA. Companhia de Água e Esgotos do Maranhão. **Relatório Anual da Qualidade da água produzida pelos sistemas de abastecimento de água**. São Luis. 2007.

CAEMA, 2024 <https://caema.ma.gov.br/index.php/22-sustentabilidade/qualidade-da-agua/2920-apresentacao-operacao?jji=1709336426966>

CASTRO, R.M.S. ; PEREIRA,E.D. Análise geoambiental da porção superior da bacia do rio paciência: subsídio para o planejamento ambiental.In: **A construção do Brasil: geografia, ação política, democracia**. Anais do XVIII Encontro Nacional de Geógrafos., 2016. https://www.eng2016.agb.org.br/resources/anais/7/1468878227_ARQUIVO_TRABALHOENG_SLZRENATAC.pdf, acesso em 2 de maio de 2024

CHAN, F. K. L.; CHING, J.L.; LING, T. K. W.; CHUNG, S.C.; SUNG, J.J.Y. *Aeromonas* infection in acute suppurative cholangitis: review of 30 cases. **Journal of Infection**, v. 40, 2000, 69,73.

COSTA, S. S., Maciel Filho, A. A., Cancio J. A., Oliveira, M. L. C. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES. XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. **A Seleção de Indicadores Sanitários como Instrumento de Vigilância e Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano na Prevenção e Controle de Doenças de Veiculação Hídrica.**

CORTEGUERA, R.R. Mortalidade por enfermidades diarréicas agudas em menores de 5 anos: Cuba, 1959-1983. **Revista Cubana de Higiene y Epidemiologia**. 24:131-45, 1986. Disponível em http://www.castelobranco.br/redepea/noticia_0305271041.php. Acesso em jan 2007.

ESTADO DO MARANHÃO. Secretaria de Estado da Saúde. Portaria n. 78, de 17 de julho de 2002. Institui no Estado do Maranhão, normas para implantação e execução do Programa /estadual de Vigilância da Água para Consumo Humano. **Diário Oficial do Estado**, São Luís- MA, n. 14, p.38, 22 jul.2002.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Vigilância e Controle da Qualidade da Água para consumo Humano**. Brasília-DF, 2002. 44p.

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 3. ed. Brasília, 2004. 408p.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em

LACEN. **Laboratório Central de Saúde** Professor Gonçalo Muniz. Bahia. Disponível em: <http://www.saude.ba.gov.br/lacen/>. Acesso em: jan/2008.

LIAO, L.D.P.S., BEZERRA, J.M., BASTOS, O.C., GARROS, C. O estado de poluição

bacteriológica dos principais rios da ilha de São Luis – Estado do Maranhão – Brasil: Anil, Bacanga e Paciência. **Cadernos de Pesquisa - UFMA**. São Luís. V.1. Nº 1. jan/jun.1985. 100p.

MACEDO, L. A. A. **A urbanização da Ilha de São Luís e seus impactos ambientais nos recursos hídricos**. São Luís: EDUEMA, 2012. 147 p.

MACÊDO, J. A. B., ANDRADE, N. J., **Formação de trihalometanos em águas cloradas para abastecimento público e indústrias de alimentos**. In: CONGRESSO NACIONAL DE

MARTINS, R. A.; LOURENÇO, C. B.; AZEVEDO, J. W. J.; BANDEIRA, A. M.; SOARES, L. S.; SILVA, M. H. L.; CASTRO, A. C. L.: Water quality index of the lower course of the Itapecuru River, northern portion of the state of Maranhão, Brasil. **Applied Ecology and Environmental Research** 20(6):5381-5396.

MOCHEL, F.R.; SOARES, L.A.; CAVALCANTE, P.S. Análise litológica e hidroquímica das águas subterrâneas na área itaqui – bacanga, são luís, maranhão: evidência da intrusão marinha. In: **Evolução do conhecimento científico na engenharia ambiental e sanitária** / Organizador Daniel Sant’Ana. – pp. 67-87, Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

OLIVEIRA, E.R. de, Rezende F. P., Soares, Ayrimoraes, S. R. , Bernades, R.S. **Metodologia para Classificação de Sistemas de Abastecimento de Água com base no emprego de Tipologias**. Ministério da Saúde, 2007. Organização Panamericana de Saúde. Água potável no semi-árido. 2004.-2010.

PINHEIRO, N.C.A. & MOCHEL, F.R., Contaminação por disposição de resíduos sólidos em Paço do Lumiar (MA). **Eng Sanit Ambient** , v.23 n.6 , nov/dez 2018, 1173-1184

PREFEITURA, SÃO LUÍS, MA. **Mapa das Bacias hidrográficas de São Luís**. https://saoluis.ma.gov.br/midias/anexos/3481_bacias_2008.pdf

TUCCI , C.E. M.**Gestão das Inundações Urbanas**. Porto Alegre, Junho de 2005 , 197 p.UNESCO.**Organização das Nações Unidas para a Ciência, Educação e Cultura**. In: Sabesp e Guia do Consumo Sustentável produzido pelo IDEC - Instituto de Defesa do Consumidor. 2005.

VALE, S.A. **Projeto - plano setorial de abastecimento de água potável e esgotamento sanitáriodesão Luís/produto4–resumo executivo**.23/04/2023. https://saoluis.ma.gov.br/subportal/cadastrs/downloads/0040/RESUMO_EXECUTIVO.pdf. Acesso em 08/05/2024.