

SANEAMENTO E QUALIDADE DAS ÁGUAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PACIÊNCIA, ILHA DO MARANHÃO, BRASIL.

Sanitation and water quality in the Paciência River basin, Maranhão Island, Brazil

Saneamiento y calidad del agua en la cuenca del río Paciência, Isla de Maranhão, Brasil

Manuela Costa da ROCHA – Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Brasil. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4141-4555>. URL: <http://lattes.cnpq.br/8545404144168079> EMAIL: manuelacost.r@gmail.com

Karina Suzana Feitosa PINHEIRO – Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Brasil. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9915-2295>. URL: <http://lattes.cnpq.br/9144025427932716> EMAIL: karinapinheiro@professor.uema.br

Cláudio José da Silva de SOUSA – Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Brasil. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1562-679X>. URL: <http://lattes.cnpq.br/7185168778984126> EMAIL: claudiojose@professor.uema.br

José Fernando Rodrigues BEZERRA – Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Brasil. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6333-8768>. URL: <http://lattes.cnpq.br/3109305508405847> EMAIL: fernangeo@yahoo.com.br

RESUMO

O saneamento tem grande influência na qualidade de vida da população, pois na ausência do mesmo, aumenta a incidência de casos de doenças e, de forma geral, acarreta impactos no ambiente. Neste contexto, a água como um recurso de extrema importância para manutenção de vida, se tornou o principal veículo de contaminação e proliferação de doenças, devido aos descartes inadequados (lançamento de esgotos domésticos, efluentes in natura e resíduos sólidos), que por sua vez, intensifica o processo de degradações dos mananciais. Deste modo, esta pesquisa objetivou analisar o saneamento básico na bacia hidrográfica do rio Paciência, na Ilha do Maranhão. Especificamente os objetivos foram: avaliar os indicadores de desempenho do saneamento básico; avaliar a qualidade das águas por meio da análise de parâmetros físico, químicos e biológicos e por fim determinar o Índice de Qualidade da Água – IQA. Constatou-se que diante dos dados dos índices de saneamento juntamente com IQA, a área de estudo encontra-se comprometida, indicando poluição dos corpos hídricos tornando-se impróprios para uso. Está situação associa-se principalmente ao uso e ocupação do solo e a deficiência do saneamento básico na bacia.

Palavras-chave: Saneamento. Qualidade da água. Bacia hidrográfica.

Histórico do artigo

Recebido: 05 novembro, 2020
Aceito: 08 fevereiro, 2021
Publicado: 16 março, 2021

ABSTRACT

Sanitation has great influence on the quality of life of the population, because in the absence of the same, increases the incidence of cases of disease and, in General, causes impacts on the environment. In this context, water as a resource of the utmost importance for maintaining life, became the primary vehicle of contamination and proliferation of disease due to inadequate sewage discharges (effluent release household in natura and waste solids), which in your time, intensifies the process of degradation of watersheds. Therefore, the development of evaluation studies and monitoring the quality of watersheds makes if necessary, and in this way, actions for the management team and conservation of waters. Thus, this study aimed to analyze the basic sanitation in the catchment area of the River Patience, on the island of Maranhão. Specifically, the objectives were: to assess the performance indicators of the basic sanitation; assess the quality of water through the analysis of physical, chemical and biological parameters and finally determine the water quality Index- IQA. It was noted that data on the incidence of sanitation along with IQA, the study area is compromised, indicating water bodies pollution making it unfit for use. This situation mainly associated to the use and occupation of the soil and the deficiency of sanitation in the basin.

Keywords: sanitation. Water quality. The water catchment area.

RESUMEN

El saneamiento tiene una gran influencia en la calidad de vida de la población, ya que, en ausencia de ella, aumenta la incidencia de casos de enfermedad y, en general, tiene impactos en el medio ambiente. En este contexto, el agua como recurso de extrema importancia para el mantenimiento de la vida se ha convertido en el principal vehículo de contaminación y proliferación de enfermedades, debido a la eliminación inadecuada (liberación de aguas residuales domésticas, efluentes frescos y residuos sólidos), lo que a su vez intensifica el proceso de degradación de los manantiales. Por lo tanto, esta investigación tuvo como objetivo analizar el saneamiento básico en la cuenca del río Paciencia, en la isla de Maranhao. Específicamente, los objetivos eran: evaluar los indicadores de rendimiento del saneamiento básico; evaluar la calidad del agua a través del análisis de parámetros físicos, químicos y biológicos y, finalmente, determinar el índice de calidad del agua (AQI). Se encontró que, en vista de los datos de los índices de saneamiento junto con AQI, el área de estudio se ve comprometida, lo que indica que la contaminación de las masas de agua se vuelve inadecuada para su uso. Esta situación se asocia principalmente con el uso y la ocupación de la tierra y la deficiencia de saneamiento básico en la cuenca.

Palabras-clave: Saneamiento. Calidad del agua. Cuenca.

1 INTRODUÇÃO

As questões ambientais têm se tornado um dos maiores desafios da atualidade, mediante as modificações do meio, onde o homem busca atender suas necessidades. Neste contexto, uma das maiores deficiências, principalmente nos países em desenvolvimento, está na falta de infraestrutura sanitária, que por sua vez compromete o bem-estar da população e degrada o meio ambiente.

Para tanto, o saneamento está presente de forma implícita na sociedade desde as mais antigas civilizações, os primeiros cuidados surgiram com o armazenamento, filtragem

da água e despejos de resíduos em locais baldios. As elevadas taxas de crescimento populacional nos centros urbanos desencadearam uma série de doenças, que impulsionaram o governo ir em busca de medidas corretivas.

Desse modo, as diretrizes do saneamento brasileiro passaram a ser definidas pelo Plano Nacional de Saneamento (PLANASA) na década de 1971, mas devido as crises instaladas no país, o plano findou. Sob nova direção, o governo implantou novos programas, como o Programa de Saneamento para Núcleos Urbanos- PRONURB, que por sua vez seguiu o mesmo rumo do PLANASA.

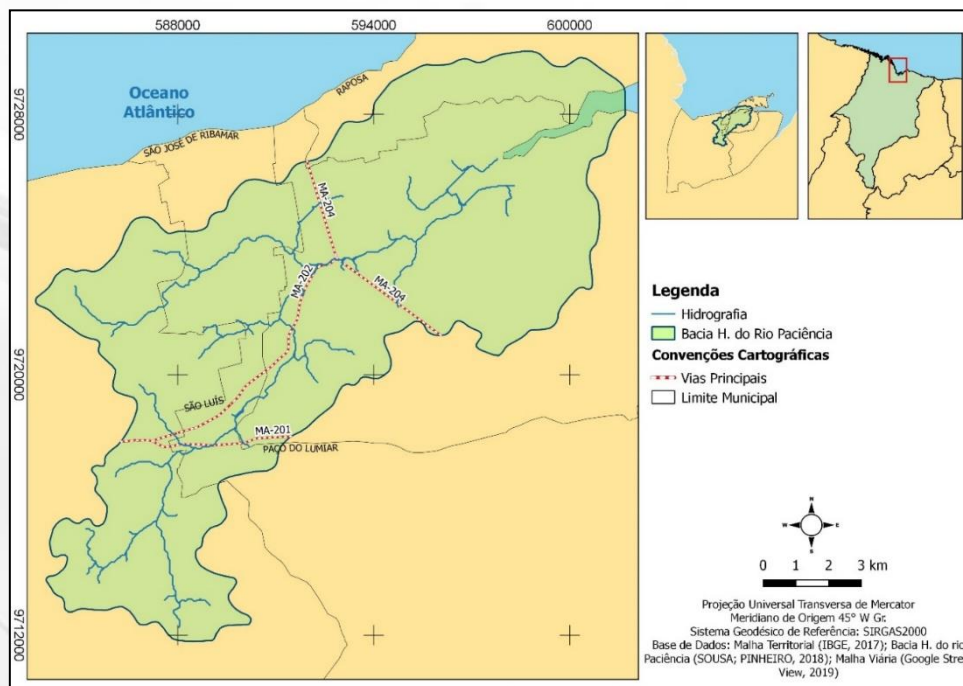
Em 2007 foi promulgada a Lei No. 11.445 com a função de gerenciar o saneamento básico no Brasil, posteriormente o referido regimento foi revogado em julho de 2020 para a Lei Nº14.026, a qual passou estabelecer um novo paradigma para o planejamento no setor em questão. Este marco legal proporcionou mudanças significativas na política do saneamento básico, com metas de universalização e qualificação dos serviços prestados.

A falta de gestão sanitária incide sobre todos os aspectos sociais da população, sendo a saúde a mais afetada. Em virtude disso, os recursos hídricos que são fontes de vida, se tornaram fontes de descartes de esgotos domésticos e industriais, de resíduos sólidos, resultando em inúmeras doenças de veiculação hídrica. Desta maneira, faz-se necessário o monitoramento da qualidade de água para avaliar as condições sanitárias das bacias hidrográficas e propiciar informações para um gerenciamento e manutenção dos recursos hídricos.

A qualidade da água é caracterizada por parâmetros físicos, químicos e biológicos descritos em resoluções, portarias e leis que estabelecem um conjunto de condições e padrões de qualidade de água para atender seu uso. Diante disso, é de grande importância monitorar a qualidade de água de bacias hidrográficas, unidades de planejamento dos recursos hídricos, segundo a Lei das Águas, No. 9.433 de 1997, principalmente no que tange ao consumo público, pois o desenvolvimento econômico e social da população está baseado na disponibilidade de água e de boa qualidade.

Neste contexto, a área de estudo inserida na Ilha do Maranhão, localiza-se na região nordeste do Brasil, e abrange os municípios de São Luís, São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa, sendo uma bacia intermunicipal compreendida entre as coordenadas geográficas 02° 25' 30" a 02° 37' 30" de Latitude Sul e 44° 07' 30" a 44° 16' 30" de Longitude Oeste (conforme a figura 01).

Figura 01- Mapa de localização da área de pesquisa.



Fonte: SOUSA (2019).

O processo de degradação de uma bacia hidrográfica está diretamente relacionado aos processos e as formas de ocupações da mesma ao longo do tempo. “Na Ilha do Maranhão, composta por diversas bacias hidrográficas, este processo acelera-se, sobretudo a partir da segunda metade do século XX, quando se intensificou o investimento no setor industrial e habitacional (PEREIRA, 2006 p.58).”

Desta forma, o desenvolvimento populacional da capital São Luís iniciou-se a partir da concentração da fábrica têxtil localizada na Vila Anil e o setor do comércio. Posteriormente a chegada das empresas ALUMAR (Consórcio de Alumínio do Maranhão S.A), Porto do Itaqui, Ferrovia Carajás e Companhia Vale do Rio Doce trouxeram empresas prestadoras de serviços, o que despertou a migração de pessoas para a cidade, ocasionando um inchaço populacional, o qual resulta no aumento gradativo de ocupações na cidade.

Nessas perspectivas na década de 80, a cidade de São Luís possuía acomodações localizadas ao Sul da bacia proveniente do início da industrialização e expansão do comércio. Em seguida, diante ao processo de urbanização desenvolvido a partir da construção de grandes conjuntos habitacionais, as ocupações em toda área da bacia expandiram-se aos municípios de Paço do Lumiar, São José de Ribamar e Raposa, desencadeando sérios problemas ambientais.

Frisa-se que o rio Paciência está em constante estado de degradação ambiental devido ao lançamento in natura de esgotos, principalmente de origem doméstica. Dessa forma, a qualidade da água é afetada aumentando de forma considerável os riscos de contaminação da água, desencadeando problema de saneamento básico, principalmente no que tange ao abastecimento público.

Nesta conjuntura, esse trabalho teve como objetivo geral analisar o saneamento básico na bacia hidrográfica do rio Paciência, na Ilha do Maranhão. Especificamente os objetivos foram avaliar os indicadores de desempenho do saneamento básico; avaliar a qualidade das águas por meio da análise de parâmetros físico, químicos e biológicos e por fim determinar o Índice de Qualidade da Água – IQA.

2 METODOLOGIA

O estudo foi composto por três etapas: gabinete, campo e laboratório seguindo alguns procedimentos metodológicos e fundamentado em algumas pesquisas, como de CORREA (2018); SALGADO et al. (2013) que desenvolveram estudos na área da bacia hidrográfica do rio Paciência. A base de informações utilizada para compor os dados de saneamento básico para os municípios de abrangência da bacia foi o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) que é, atualmente, a base de dados mais completa sobre o setor no Brasil.

Foi levado em consideração os anos de 2015 e 2017 para os municípios de São Luís, São José de Ribamar e Paço do Lumiar. Parte do território desses municípios estão inserido na bacia. A plataforma do SNIS não dispõe, ainda, de informações do município da Raposa, por este motivo, o mesmo não foi considerado. Para complementar os dados considerou-se, ainda, as informações disponibilizadas no Atlas de Esgoto da ANA.

No que tange ao campo, amostragem é uma das etapas mais relevantes e por isso é preciso ter prudência e técnica nessa etapa para que não haja contaminação e nem perdas que possam interferir nos resultados. Deste modo, à coleta foi realizada de acordo com Guia Nacional de Coleta e Preservação das Amostras (CETESB, 2011) e a Norma Técnica da ABNT No. 9.898/97.

No primeiro momento foi realizado o reconhecimento da área de coleta em pontos previamente selecionados no Google Earth, sendo estes, posteriormente confirmados em campo no dia 22/12/2017, no período da manhã, com auxílio de GPS (Global Positioning System), modelo Garmim. Cabe ressaltar que foram nove pontos coletados, estes

representam a situação da bacia.

Logo em seguida, o material foi coletado em frascos de plástico (1000 ml) estéreis, com todos os cuidados de assepsia e identificados de acordo com os pontos, matriz e parâmetros a serem realizados, sendo considerada desta maneira uma coleta simples.

Os parâmetros de temperatura, pH e OD foram determinados in loco através da Sonda ultiparâmetro da AKSO, modelo AK87, calibrada antes da realização dos ensaios analíticos e os demais (DBO, ST, Coliformes Termotolerantes, Nitrogênio Total, Fósforo Total e Turbidez) deu início as análises dentro das 24 horas.

A determinação da DBO consiste em medidas da concentração de oxigênio dissolvido nas amostras, diluídas ou não, antes e após o período de incubação de 5 dias a 20 ° C. As leituras dos OD1 (inicial) e OD2 (final) foram realizadas pelo oxímetro da Thermo no modelo Orion 3STAR e em seguida as amostras foram incubadas a 20±1°C, conforme os critérios do Standard Methods for the Examination of Water and Waste water; 23^{ed}, 2016.

Os sólidos totais foram determinados pelo método gravimétrico, no qual todas as substâncias permanecem na cápsula após a total secagem de um determinado volume de amostras. Neste método, foram utilizadas cápsulas de porcelanas, sendo todas taradas antes de adicionar 100 ml das amostras e pesadas após secagem na balança semi-analítica da Ohaus no modelo PA214CP. Essas amostras foram secas na estufa da Nova Ética no modelo 400/4ND na temperatura 94°C; após a secagem, ficaram mais 1 hora na temperatura de 103 - 105°C.

O parâmetro de coliformes termotolerantes foi determinado por contagem, pela técnica de membrana filtrante, que consiste na inoculação da amostra em meios de cultura específicos (mFC Agar) para o desenvolvimento de bactérias do grupo coliformes.

As amostras foram diluídas com água tamponada devido a matriz e concentração de odores, turbidez e entre outras características. Logo em seguida, as amostras foram filtradas para retenção dos possíveis microrganismos presentes, através de uma membrana filtrante específica de 0,45µm de porosidade. A membrana foi colocada em uma placa de Petri contendo meio de cultura e posteriormente seguiu para incubação em estufa de cultura a 44,5±0,2°C por 24h. A leitura foi feita pelo crescimento de colônias de coloração azul, que se desenvolveu no meio de cultura.

Para determinação do parâmetro nitrogênio total, utilizou-se o equipamento Fotocolorímetro AT 10P da Alfakit, onde mediu-se 5ml da amostra e transferiu-se para um tubo de fotocolorímetro que paralelamente realizou-se uma prova em branco utilizando-se

água destilada, após a calibração do equipamento fez-se a leitura das amostras.

O fósforo total foi determinado através de colorimétrica realizada pelo Método do Vanodomolibdico conforme indicação do Spectrokit da Alfabak, adquirido para este trabalho, com auxílio de espectrofotômetro UV/VIS modelo DR 200 da marca HACH no Laboratório de Análise de Água e Alimentos no Prédio da Veterinária (CCA/UEMA). O comprimento de onda selecionado foi de 415 nm (nanômetro). Este método é descrito no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater; 21^{ed}, 2005.

A turbidez foi determinada com o emprego do Turbidímetro de bancada da Alfabak, baseado no princípio nefelométrico, com curva de calibração pré-programada de Turbidez para leitura na faixa de 0 a 1000 NTU. Realizou-se primeiramente uma prova em branco, preenchendo-se uma cubeta com água destilada; após a leitura da prova em branco, realizou-se a leitura das amostras.

3 SANEAMENTO BÁSICO E AMBIENTAL

Saneamento vem de origem do latim “sano” que significa a ação de sanear, de tornar limpo e habitável uma área que proporciona condições de vida a uma população. Nos dias atuais o saneamento ganhou um conceito mais amplo.

Conforme a Fundação Nacional de Saúde:

O conceito de saneamento vem sendo socialmente construído ao longo da história da humanidade, em função das condições materiais e sociais de cada época, do avanço do conhecimento e da sua apropriação pela população. A noção de saneamento assume conteúdos diferenciados em cada cultura, em virtude da relação existente entre homem-natureza e também em cada classe social, relacionando-se, nesse caso, às condições materiais de existência e ao nível de informação e conhecimento (FUNASA, 2015, p.18.).

Segundo a Lei Nº 14.026 /2020, em seu Art. 3º o saneamento básico define-se como um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais considerando-se: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2000), “o saneamento constitui o controle de todos os fatores do meio físico, que exercem ou podem exercer efeitos deletérios sobre seu estado de bem-estar físico, mental ou social”. Ao acrescentar o ambiente onde há relações sociais, o modo de vida do homem, o conceito de saneamento

básico foi ampliado para ambiental, conceituando como:

O conjunto de ações socioeconômicas que têm por objetivo alcançar níveis de salubridade ambiental, por meio de abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, promoção da disciplina sanitária de uso do solo, drenagem urbana, controle de doenças transmissíveis e demais serviços e obras especializadas, com a finalidade de proteger e melhorar as condições de vida urbana e rural (FUNASA 2015, p. 19).

A inserção ambiental nos aspectos sanitários deu uma nova perspectiva na relação social e ambiental. Entretanto, o quadro de acesso ao saneamento não está tão longe da realidade do século passado, conforme o último relatório divulgado pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2017), cerca de 4,5 bilhões de pessoas no mundo não têm acesso ao saneamento seguro (aquele que é ligado a uma rede de esgoto tratado), sendo que mais de 2,3 bilhões não tem acesso nem a banheiros.

Nessa perspectiva, cabe enfatizar que “o Brasil em uma questão básica como o saneamento, mantém-se entre os mais atrasados, possuindo inúmeras deficiências em relação à garantia de água tratada, coleta e tratamento de esgotos para a população. É preciso destacar que as parcelas da população que mais sofrem com os grandes déficits de cobertura dos serviços de saneamento básico são a população rural e a população de baixa renda” (LANDAU, 2016).

Para monitorar o desenvolvimento do saneamento no país, em 1996 foi criado o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) pelo governo federal com intuito de auxiliar o planejamento e execução de políticas do saneamento. Esse sistema compõe um banco de dados de caráter operacional, gerencial, financeiro e de qualidade sobre a prestação de serviços de Água e Esgotos, de Resíduos Sólidos Urbanos e de Águas Pluviais Urbanas.

“O SNIS consolidou-se como o maior e mais importante banco de dados do setor de saneamento brasileiro. A série histórica (1995-2011) permite a identificação de tendências em relação aos dados, à elaboração de inferências a respeito da trajetória das variáveis e o desenho de políticas públicas com maior embasamento” (COSTA et. al. 2013).

Os dados dos serviços de água e esgotos são fornecidos ao SNIS por companhias estaduais, empresas e autarquias municipais, empresas privadas e, em muitos casos, pelas próprias prefeituras, todos denominados no SNIS como prestadores de serviços (SNIS, 2016). Essas informações permitem acompanhar a gestão e serviços prestados nos municípios brasileiros.

No estudo em questão, utilizaram-se indicadores que retratam os serviços relacionados ao abastecimento público de água, ao esgotamento sanitário e ao gerenciamento dos resíduos sólidos, portanto, a análise realizada relaciona-se ao saneamento básico na bacia do rio Paciência, e não ao saneamento ambiental, que envolve conjunto de ações técnicas e socioeconômicas, tendo como objetivo alcançar níveis crescentes de salubridade ambiental, como definido anteriormente. Os indicadores estudados foram:

- **Índice de Coleta de Esgoto (IN015):** este índice retrata o percentual de esgoto coletado sem tratamento.
- **Índice de Tratamento de Esgoto (IN016):** monitora o percentual de esgoto coletado que é tratado antes da disposição final.
- **Índice de Consumo médio per capita de água (IN022):** monitora a quantidade de água em l/hab./dia da população total do município atendida com abastecimento de água.
- **Índice de atendimento urbano de água (IN023):** monitora o percentual da população da zona urbana do município que se beneficia dos serviços públicos de abastecimento de água potável.
- **Índice de Atendimento Urbano de Esgoto em Relação ao Atendimento com Abastecimento de Água (IN024):** este Índice monitora o percentual da população urbana do município que se beneficia dos serviços públicos de esgotamento sanitário, isto é, que está conectada a redes de coleta de esgoto com relação a população urbana que é atendida com abastecimento de água.
- **Índice de consumo de água (IN052):** monitora o percentual da população da zona urbana do município que consome este recurso.
- **Índice de Atendimento Total de Água (IN055):** monitora o percentual da população total do município que consome este recurso.

Os Indicadores sanitários têm sido largamente utilizados para avaliar as condições de saneamento e estes podem representar os efeitos da ineficiência sobre a saúde humana. Segundo Teixeira et. al. (2004), o saneamento possui um impacto profundo na qualidade de vida de uma população, interagindo com questões culturais, econômicas e políticas de uma determinada região. A carência de investimentos nesse setor acaba

ocasionando, entre outras coisas, um aumento da incidência de casos de doenças relacionadas com as condições sanitárias em geral, interferindo negativamente no bem-estar da população.

A falta de infraestrutura sanitária afeta principalmente indivíduos das camadas mais pobres da sociedade, que é comprovado pela alta incidência de doenças como cólera, febre tifoide, diarreia, hepatite A e entre outras que contribui para a diminuição da qualidade de vida da população.

Segundo a pesquisa “Esgotamento Sanitário Inadequado e Impacto na Saúde da População” feita pelo Instituto Trata Brasil, doenças relacionadas a sistemas de água e esgoto inadequados e as deficiências com a higiene causam a morte de milhões de pessoas todos os anos. As crianças são mais atingidas, tendo a diarreia como a segunda maior causa de mortes em menores de 5 anos de idade de acordo com (TRATAR BRASIL, 2013, s.p)

Portanto, “as doenças que afetam a saúde humana causam não somente danos às pessoas, mas diminuem a segurança coletiva da população e produzem impactos econômicos devido a inúmeras interações, aumento de mortalidade e disfunção de atividades” (TUNDISI et al 2006 p.251).

3.1 Poluição e qualidade das águas

Num contexto da inexistência do saneamento básico ou na ineficiência deste, os mananciais superficiais são diretamente afetados, onde a falta de planejamento na utilização dos recursos hídricos gera degradações, tais como, poluição e contaminação dos cursos d’água, assoreamento e entre outros que influencia na qualidade de vida.

Os recursos hídricos, enquanto parte importante do meio físico, são facilmente comprometidos, sejam no âmbito da qualidade e/ou quantidade, sejam por características como alteração de cursos d’água ou diminuição dos canais de drenagem, tornando o atual cenário de degradação e descaso preocupante (SILVA, 2003 p. 43).

Entende-se por poluição das águas, “a adição de substâncias ou de formas de energia que, direta ou indiretamente, alterem a natureza do corpo d’água de uma maneira tal que prejudique os legítimos usos que dele são feitos” (SPERLING, 1996, p.32).

Mas, nem toda alteração ecológica pode ser considerada poluição, visto que a mesma é classificada a partir da modificação do aspecto no sistema original de forma que interfira na vida dos seres que habitam em determinado ambiente. Por outro lado, a

contaminação, distingue-se por afetar o ambiente sem alterar as características físicas das relações ecológicas ao longo do tempo (SANTOS, 2014, p.22).

No cenário de depreciação da água é necessário esclarecer que a qualidade existente de uma determinada água é diferente da qualidade desejável para ela, pois a qualidade desejável concerne ao seu uso previsto.

Deste modo, a qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem, de maneira geral, pode-se dizer que a qualidade de uma determinada água é função do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica (SPERLING, 1996). À vista disso, cada uso necessitará de avaliações específicas quanto às características físicas, químicas ou biológicas da água.

Para caracterização da água, são utilizados diversos parâmetros os quais representam as suas particularidades, esses parâmetros são indicadores de qualidade e constituem impurezas quando excedem valores superiores estabelecidos pela legislação vigente para determinado uso.

Os indicadores surgiram como ferramenta para avaliação de impactos hídricos e sociais causados pelos múltiplos usos da água. Vale frisar que os indicadores são primordiais nas decisões de políticas públicas e é através deles que sucede o monitoramento dos recursos hídricos.

Como apresenta Agência Nacional de Águas:

O monitoramento é o conjunto de práticas que visam o acompanhamento de determinadas características de um sistema. No monitoramento da qualidade das águas naturais são acompanhadas as alterações nas características físicas, químicas e biológicas da água, decorrentes de atividades antrópicas e de fenômenos naturais. As práticas relacionadas ao monitoramento incluem a coleta de dados e de amostras em locais específicos, feita em intervalos regulares de tempo, de modo a gerar informações que possam ser utilizadas para a definição das condições presentes de qualidade da água (ANA, 2016, s.p.).

Para acompanhar as alterações nos corpos d'água, "diversos índices de qualidade foram desenvolvidos por diferentes entidades e com propósitos distintos, sendo que todos eles possuem em comum a combinação ponderada de um conjunto de fatores " (BRAGA et. al., 2005). Nessa conjuntura foram desenvolvidos tais índices, o Índice de Preservação da Vida Aquática (IVA), Índice do Estado Trófico (IET), Índice de Qualidade da Água (IQA), entre outros, cada um para uma determinada finalidade.

No entanto, o índice mais conhecido e utilizado, é o Índice de Qualidade da Água

(IQA) que foi desenvolvido 1970 pela National Sanitation Foundation (NSF) nos Estados Unidos, mais somente a partir da década de 1975 passou a ser utilizado no Brasil pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Esse índice foi desenvolvido para avaliar principalmente a qualidade da água bruta, visando o abastecimento público e foi adaptado da versão original.

A estrutura do IQA foi estabelecida por meio de pesquisas de opiniões de vários especialistas da área, que dentre 35 variáveis propostas apenas nove parâmetros foram escolhidos, sendo eles, temperatura, potencial hidrogeniônico (pH), turbidez, Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5,20}), nitrogênio total, fósforo total, resíduos totais e coliformes termotolerantes.

“Os índices podem ser interpretados como notas, que retratam a qualidade da água de um determinado ponto através de um único valor, o que facilita o entendimento do público em geral e a comparação entre os pontos avaliados” (SPERLING, 2005). Neste sentido os parâmetros possuem um peso conforme apresenta a tabela 01.

Tabela 01 – Pesos (W) dos parâmetros do IQA

Parâmetros	Pesos (w)
Oxigênio dissolvido- OD	0,17
Potencial hidrogeniônico- pH	0,12
Turbidez	0,08
Temperatura	0,10
Resíduo total	0,08
Coliformes termotolerantes	0,15
Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO _{5, 20}	0,10
Nitrogênio total	0,10
Fósforo total	0,10

Fonte: ANA (2009).

Com adequação dos dados, Índice de Qualidade da Água é determinado pela seguinte Equação:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva

média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida e,
w_i: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade.
n: número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

O valor do IQA é composto por categorias, no qual a classificação varia de péssima a ótima qualidade, recebendo os valores de 0 a 100 (Tabela 02).

Tabela 02 – Classificação do IQA

Categoria	Ponderação
Ótima	$79 < IQA \leq 100$
Boa	$51 < IQA \leq 79$
Regular	$36 < IQA \leq 51$
Ruim	$19 < IQA \leq 36$
Péssima	$IQA \leq 19$

Fonte: CETESB (2008).

Diante do quadro de alterações do sistema hídrico, é notória a importância dos indicadores e índices para o acompanhamento da evolução da qualidade das águas por mais que sua representatividade seja pequena na escala nacional de impactos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na área de estudo, o gerenciamento de saneamento e abastecimento público no município de São Luís é de responsabilidade da Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão – CAEMA; BRK Ambiental é responsável pelo município do Paço Lumiar e São José de Ribamar e Raposa está sob coordenação do Serviço Autônomo, supervisionado pela prefeitura municipal. Estas companhias repassam (ou deveriam) anualmente informações para o SNIS, que através dos dados primários calcula os índices operacionais de saneamento.

Em vista disso, os resultados são apresentados por município que compõe a bacia hidrográfica do rio Paciência, com base nos anos de 2015 e 2017 com informações disponíveis na plataforma SNIS, para os indicadores estudados, assim como por meio das informações contidas no Atlas Esgoto da ANA.

- **Município de São Luís**

Com relação ao consumo e atendimento da água no município de São Luís, levou-se em consideração os índices de desempenho apresentados na tabela 03.

Tabela 03 – Desempenho Operacional do Consumo e Atendimento da Água no Município de São Luís.

Ano	POP_TOT	IN022 - Consumo médio per capita de água (l/hab./dia)	IN023 - Índice de atendimento urbano de água (%)	IN052 - Índice de consumo de água (%)	IN055 - Índice de atendimento total de água (%)
2017	1.091.868	130,51	88,12	36,47	83,23
2015	1.073.893	130,64	90,33	33,80	85,31
Média		130,57	89,22	35,15	84,27

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, adaptado pela autora (2019).

Mediante o exposto na tabela, verifica-se que entre os anos de 2015 e 2017, o consumo médio per capita de água (IN022) praticamente manteve-se em torno da média de 130 l/hab./dia. Corroborando neste sentido, verifica-se, que o percentual de atendimento urbano (IN023), bem como, os índices de consumo de água (IN052) e o percentual de atendimento total de água (IN055) pouco variaram.

Entende-se que apesar do crescimento populacional neste município, não houve na mesma proporção um incremento no desempenho de atendimento de água de forma significativa. Esses resultados sinalizam que, ainda no município, não há uma universalidade do acesso a água pela população, por meio da rede de distribuição local, ou seja, a falta de acesso à água encanada ainda é uma realidade para a população, ou ainda, parte desta população optou por fontes alternativas outras, como abastecimento por poços tubulares.

O desempenho operacional da coleta, atendimento e tratamento do esgoto no município foi analisado considerando os indicadores apresentados na tabela 04.

Tabela 04 – Desempenho de coleta, tratamento de Esgoto no Município de São Luís.

Ano	POP_TOT	IN015 - Índice de coleta de esgoto(%)	IN016 - Índice de tratamento de esgoto(%)	IN024 - Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água (%)
2017	1.091.868	71,60	22,02	51,60
2015	1.073.893	62,49	14,04	51,19
Média		67,05	18,03	51,40

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, adaptado pela autora (2019).

Nesta tabela observa-se que apesar de um decréscimo com relação ao índice de coleta de esgoto (IN015), do ano de 2015 e 2017, pode-se verificar uma melhora com relação ao tratamento de esgoto. No entanto, o atendimento urbano de esgoto não apresenta um crescimento significativo.

O comportamento verificado por meio do índice (IN024), retrata que ainda é deficiente o benefício dos serviços públicos de esgotamento sanitário no município, ou seja, nem toda a população em São Luís atendida com abastecimento de água está conectada a redes de coleta de esgotamento sanitário. Fato este, preocupante, o que nos leva a refletir, que a população busque por alternativas outras, e que, podem acarretar prejuízos ao ambiente e a si, como, o descarte inadequado do esgoto in natura no ambiente, dentre outras “soluções”. Ligação clandestina de esgoto provoca um dano ambiental avassalador, levando os dejetos para córregos, rios e mares.

- **Município de São José de Ribamar**

No que se refere ao município de São José de Ribamar, a tabela 05 apresentam os resultados sobre desempenho do consumo e atendimento de água no município.

Tabela 05 – Desempenho Operacional do consumo e atendimento de água no município no de São José de Ribamar.

Ano	População (IBGE)	IN022 - Consumo médio percapita de água (l/hab./dia)	IN023 - Índice de atendimento urbano de água (percentual)	IN052 - Índice de consumo de água (percentual)	IN055 - Índice de atendimento total de água (percentual)
2017	176.008	171,52	90,00	41,22	58,76
2015	174.267	127,79	90,00	33,80	56,17
Média		149,66	90,00	37,41	57,47

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, adaptado pela autora (2019).

Entende-se que a manutenção do índice IN023 em 90%, indica que não houve uma universalidade pelo atendimento urbano de água, ou que possivelmente ocorreu, por parte da população, foi uma busca alternativa pelo abastecimento, que não necessariamente, ligado à rede de abastecimento. Tem-se que considerar, ainda, que no percentual acrescido do IN055 pode constar o atendimento a zona rural.

Quanto ao desempenho operacional de esgoto do município de São José de Ribamar é representado na tabela 06:

Tabela 06 – Desempenho de coleta, tratamento e atendimento urbano de esgoto no município de São José de Ribamar.

Ano	População (IBGE)	IN015 - Índice de coleta de esgoto (%)	IN016 - Índice de tratamento de esgoto (%)	IN024 - Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água (%)
2017	176.008	46,19	67,07	31,62
2015	174.267	38,09	84,5	18,43
Média		42,14	75,79	25,03

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, adaptado pela autora (2019).

Os resultados da tabela 06, demonstra um pequeno acréscimo de 21,1% com relação ao índice de coleta de esgoto (IN015) do ano de 2015 e 2017, no entanto, observa-se uma redução em relação ao tratamento de esgoto (IN016) que evidencia o descarte inadequado. São José de Ribamar teve um aumento de aproximadamente de 70% no respectivo período referente ao atendimento urbano de esgoto em relação aos demais municípios atendidos com água (IN024) e, com relação Índice de esgoto observa-se que teve uma redução razoável.

Verifica-se que apesar de ter ocorrido um acréscimo no atendimento urbano de esgotamento sanitário, a mesma proporção de crescimento não ocorreu com relação ao tratamento do mesmo, pelo contrário, houve um decréscimo, ou seja, o esgoto é coletado, mas não é tratado.

Salienta-se que a falta de tratamento de esgoto gera consequências negativas e muitas vezes irreversíveis à saúde humana, pois um sistema de esgotamento eficiente elimina focos de contaminação e poluição, diminui os custos no tratamento de água para abastecimento, conserva recursos naturais e até mesmo melhora na economia, porque maior parte das enfermidades estão associados a falta de esgotamento.

• **Município de Paço do Lumiar**

No que concerne ao município de Paço do Lumiar, a tabela 07 demonstra a porcentagem da população do município que é atendida ou não com água.

Tabela 07 – Desempenho do consumo e atendimento de água no município de Paço do Lumiar.

Ano	População (IBGE)	IN022 - Consumo médio percapita de água (l/hab./dia)	IN023 - Índice de atendimento urbano de água (percentual)	IN052 - Índice de consumo de água (percentual)	IN055 - Índice de atendimento total de água (percentual)
2017	122.420	345,29	0	56,41	11,19
2015	117.877	141,92	0	100	9,76
Média		307,616	0	91,282	22,976

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, adaptado pela autora (2019).

Nesse contexto, o consumo médio per capita de água (IN022) teve um aumento relevante. Considerando que a média nacional, segundo dados do SNIS (2014) é de 162,00 l/hab./dia, e ainda de que a média no Estado do Maranhão é de 154,2 l/hab./dia, um valor de 345,29 l/hab./dia como registrado para o ano de 2017 é alto, ou melhor, indica um mau uso da água. Acompanhando este crescimento, o índice IN055 apresentou um acréscimo de 1,43%.

O índice de consumo de água (IN052), apresentou um decréscimo. Se não ocorreu, um erro no repasse destes dados ao SNIS, isso indica a possibilidade de ligações clandestinas de água, que além de prejudicar o abastecimento e causar desperdício de um recurso natural, onera os órgãos responsáveis por sua distribuição.

Com relação ao desempenho dos sistemas de esgotamento sanitário, o município de Paço do Lumiar não dispõe de informações na plataforma do SNIS, assim como também no Atlas Esgoto da ANA, impossibilitando análise desses serviços.

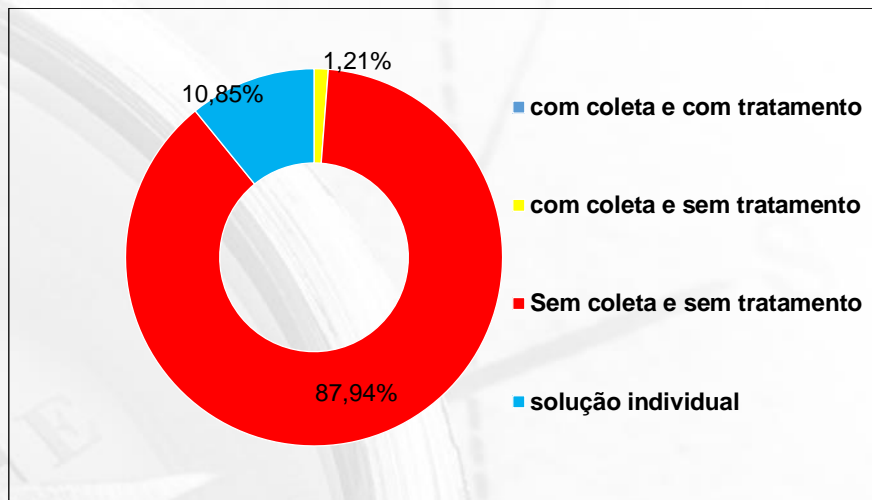
- **Município de Raposa**

De acordo com área de pesquisa não foi possível gerar os índices de saneamento do município de Raposa, pois não foi repassado para Sistema Nacional os dados de atendimento sanitário, o que dificulta a caracterização da situação local. Entretanto, mediante ao portal do atlas de esgotos da ANA é possível ter uma pequena visão de modo geral da realidade (Figura 02).

A situação do município de Raposa é bastante alarmante, pois a figura acima apresenta que mais de 80% do esgoto não são coletados e nem tratados, como já mencionado. O principal objetivo do saneamento básico é promover a saúde do homem no meio em que vive e, perante os dados, é visível que o direito assegurado pela constituição

e definido pela Lei Nº 14.026 /2020 é um descaso perante as autoridades, falta gestão e compromisso com a sociedade, visto que muitas doenças proliferam devido à ausência desses serviços.

Figura 02 – Esgotamento sanitário em Raposa



Fonte: Atlas de esgotos, ANA (2013).

Outro fator que contribuir com a falta de saneamento nas áreas de estudo, é o crescimento rápido da população urbana, no qual há ocupações em áreas inadequadas resultando no acúmulo de rejeitos, descartes inadequados e o aumento do consumo de recursos naturais, que favorece principalmente com deslizamento e inundações nas áreas devido à falta de drenagem urbana.

Cabe ressaltar, que o crescimento industrial também tem sua coparticipação com a poluição ambiental (destacando a poluição hídrica), pois estas muitas vezes burlam a legislação lançando seus efluentes na Bacia Hidrográfica sem qualquer tratamento. Nesta circunstância toda população é atingida com a falta de saneamento, no entanto, a classe de baixa renda está mais vulnerável a tal situação. Nesta conjuntura, o saneamento é uma ferramenta importante na mitigação ou reversão dos impactos negativos causados pelas ações antrópicas/e atividades econômicas.

4.1 Qualidade das águas superficiais da Bacia do Rio Paciência

A qualidade da água é determinada pelo uso e ocupação da área da bacia hidrográfica já que é reflexo das condições naturais e da atuação do homem. Deste modo, as águas do rio Paciência foram avaliados em consonância com a Resolução CONAMA

N0. 357/05 para cada parâmetro, levando em consideração as águas doces nas classes 2 e 3 (Tabela 08).

Tabela 08 – Resultados dos parâmetros correlacionado com CONAMA 357/2005.

Parâmetros	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	Classe 2	Classe 3
Temp. °C	26,9	27,5	26,5	26,8	27,3	26,8	26,7	27,4	26,7	-	-
pH	7,37	6,64	7,32	7,32	7,38	7,43	7,25	7,26	7,34	Entre 6,0 e 9,0	Entre 6,0 e 9,0
OD (mg. L ⁻¹)	0,19	0,23	0,28	0,14	0,18	0,16	0,28	0,31	0,24	Não inferior a 5 mg.L O ₂	Não inferior a 4 mg.L O ₂
Turbidez (NTU)	495	365	520	660	684	610	480	520	415	Até 100 NTU	Até 100 NTU
ST (mg. L ⁻¹)	277	181	390	398	475	364	361	328	335	-	-
DBO (mg. L ⁻¹)	3,7	1,4	1,1	30,8	75,9	21,7	12,2	6,1	0,67	Até 5 mg.L O ₂	Até 10 mg.L O ₂
Nitrogênio total (mg. L ⁻¹)	7,25	2,29	1,65	6,26	7,01	6,38	1,50	1,10	0,95	2,18 mg/L	-
Fósforo (mg. L ⁻¹)	0,42	1,11	0,79	1,22	1,92	1,25	0,79	0,97	0,82	0,1 mg.L	0,15 mg.L
Coliformes termotolerantes	960	100	430	1810000	1040000	153000	5400	1050	320	≤1000	≤2500

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Perante os resultados na Tabela 08, a temperatura dos pontos amostrais não apresentou uma variabilidade muito grande (26,5° a 27,5°C) sendo que os pontos mais elevados foram o P02, P06 e P08, deste modo, a temperatura da área não está em desconformidade de acordo com o histórico regional, ressalta-se que a oscilação de temperatura da água interfere no comportamento da vida aquática já que os mesmo tem uma temperatura ideal para seu desenvolvimento, deste modo, a elevação/diminuição pode ocasionar migração ou mortes da ictiofauna.

O parâmetro de sólidos totais não há um valor determinado pela resolução atribuída ao estudo, no entanto ele fornece informação importante sobre a concentração de sólidos em suspensão que num rio pode comprometer a produção de alimentos da cadeia alimentar (por conta da turbidez) e esconder microrganismos patogênicos (o processo de

desinfecção fica comprometido). Desta maneira, o P04, P05 e P06 tem a maior concentração de sólidos como aponta na Tabela 08.

Neste âmbito, a turbidez mede o nível de clareza da água e quanto mais partículas (inorgânicas e detritos orgânicos) em suspensão mais turva a água se torna, dificultando a penetração de luz. Todos os pontos amostrais estão fora do padrão estabelecido pela legislação como apresenta a Tabela 08, os pontos P04, P05 e P06 mostram que estão mais críticos e tal situação pode-se explicar pelo o intenso processo erosivo e principalmente pelo lançamento de efluentes na bacia hidrográfica associado com acúmulo de resíduos sólidos às margens.

O pH se encontra em conformidade com a legislação para todas as classes de água doce, uma vez que o valor máximo está entre 6 a 9. Os pontos são de caráter neutro, destacando apenas o P02 com pH levemente ácido.

O oxigênio dissolvido (OD) em todos os pontos encontra-se fora do padrão estabelecido pela legislação para a Classe 2 (não inferior a 5 mg. L⁻¹) e Classe 3 (não inferior a 4 mg. L⁻¹), como demonstrado na Tabela 08. Quanto a esse parâmetro, o ponto P04, P05 e P06 são os mais críticos, já que o teor de OD é o principal indicador de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejo orgânico (provavelmente de esgoto), pois uma água não poluída deve estar saturada de oxigênio e ao contrário, indica condições anaeróbico. A baixa concentração de oxigênio na bacia do rio Paciência é constatado por meio dos índices de saneamento, onde demonstra o alto índice de lançamento de esgoto sem tratamento.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio corrobora com os dados acima, já que está variável demonstra o teor de oxigênio consumido pelos microrganismos para decomposição de matéria orgânica, assim os pontos P01, P02, P03 e P09 atende a classe de água 2 que é até 5 mg.L⁻¹ O₂ e os pontos P04, P05, P06, P07 e P08 estão em desconformidade com a classificação das águas, que significa quanto maior DBO menor a quantidade de oxigênio disponível no rio Paciência.

No resultado alcançado para o parâmetro Fósforo, todos os pontos se mostraram fora dos padrões segundo a resolução CONAMA N° 357/2005, já que a mesma estabelece valores inferiores a 0,15mg. L⁻¹. Ele aparece em águas naturais devido, principalmente, às descargas de esgotos sanitários e nesta pesquisa identificou-se que a principal causa da inclusão desse composto foi por meio do esgoto doméstico proveniente dos bairros adjacentes aos pontos. Neste seguimento o nitrogênio também foi avaliado e de acordo

com os resultados P01, P02, P04, P05 e P06 estão elevados, não atendendo o padrão de qualidade desejável

Salienta-se que o excesso de fósforo em água superficial causa eutrofização e ele é muito comum em fertilizantes e produtos de limpeza, assim como o nitrogênio, ambos conhecidos como macronutrientes por constituir os principais nutrientes para os processos biológicos.

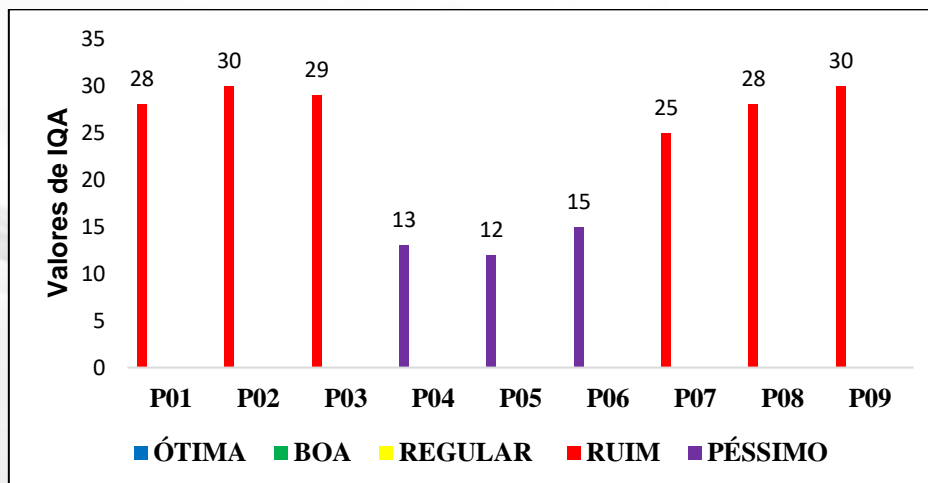
A variável microbiológica demonstra que o P04, P05, P06, P07 e o P08 não atendem o valor máximo permissível em nenhuma das classes de água doce já que, a mesma estabelece valores ≤ 2500 por 100 ml. Ressalta-se, que elas não são patogênicas, mas sua presença em grande número indica a possibilidade da existência de microrganismos patogênicos que são responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica como, por exemplo, disenteria bacilar, febre tifoide e cólera (ANA, 2019).

Diante de todas essas variáveis pode-se ter uma visão preliminar de que as águas disponíveis no manancial do rio Paciência estão com a qualidade comprometidas e esse quadro é provocado pelo lançamento de esgoto domésticos e acúmulo de resíduos sólidos em torno da bacia. Os pontos mais críticos diante dos ensaios analíticos são o P04, P05, P06 do riacho do Turu, afluente do rio Paciência pela margem esquerda, os demais pontos não estão situação adequada, porém menos críticos que os frisados.

A relação entre as variáveis pode ser considerada como um ponto de partida para avaliação da qualidade da água, deste modo, a medida que aumenta a concentração da turbidez na água, aumenta o consumo de oxigênio dissolvido possivelmente para decomposição da matéria orgânica e, a mesma tendência pode se aplicar para os coliformes se desenvolverem, já que as partículas servem de abrigo para elas.

O Índice de Qualidade da Água (IQA) indicador que avalia a contaminação dos corpos hídricos superficiais em virtude de matéria orgânica e fecal, sólidos e nutrientes atribuindo notas para os parâmetros de forma individual, sendo visível o peso de cada elemento na aquisição final dos resultados do IQA. Nesta conjuntura, IQA do manancial foi calculado por ponto conforme o modelo da CETESB e entre as variáveis o oxigênio tem o maior peso na equação que, diante dos resultados analíticos este compromete bastante o índice. Portanto, a área de estudo apresentou a classificação ruim para os pontos amostrais P01, P02, P03, P07, P08 e P09 e péssimo para os pontos P04, P05, P06 da bacia hidrográfica do rio Paciência (Figura 03).

Figura 03 – Gráfico do comportamento do Índice de Qualidade da água-IQA.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Uma qualidade ruim/ou péssima das águas, significa impróprias para uso e para tratamento convencional do abastecimento público. Assim, a poluição do ambiente aquático, ocasionado de forma direta ou indiretamente pelas atividades do homem causa efeitos deletérios sobre a saúde humana, sobre a subsistência, principalmente das famílias ribeirinhas e para as atividades econômica da região.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade de vida dos seres vivos está diretamente relacionada com a qualidade do meio em que vive. Em virtude disso, o saneamento urbano vai além de coleta de resíduos, pois este, indica um conjunto de ações socioeconômicas que tem por objetivo alcançar salubridade ambiental. No entanto, o crescimento populacional juntamente com a falta de aplicações das políticas públicas ocasionou ocupações desordenadas, tornado os mananciais de recursos hídricos fonte de descartes.

Diante do trabalho, observou-se a importância do saneamento básico no âmbito ambiental, social e econômico, que na aplicação deste resulta em saúde a longo prazo, garantindo qualidade de vida do cidadão. Cabe ressaltar, a importância dos recursos hídricos para os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Através dos dados dos índices de Saneamento é notório o descaso em torno da bacia hidrográfica do rio Paciência, uma vez que os dados retratam que há coleta de esgoto, porém não existe o tratamento deste, ou então, quando aumenta a população e há redução no abastecimento de água e na coleta de esgoto. Frisa-se também o consumo médio per

capita de água que indica má distribuição/uso da água. Estes dados corroboram com a avaliação da água, através das variáveis que compõem o Índice de Qualidade das Águas – IQA.

Neste âmbito, os ensaios analíticos dos pontos amostrais sinalizam intensa degradação da área de estudo, causados pelo lançamento de efluentes in natura em suas águas, certificado pelo baixo teor de OD, alta de concentração de turbidez, alto teor de DBO, nitrogênio, fósforo e coliformes termotolerantes onde essas concentrações juntamente com os demais parâmetros classificaram a água de ruim a péssimo. Com base nessas informações, pode-se dizer que a qualidade da água nos pontos amostrais encontra-se comprometida, indicando a poluição dos corpos hídricos tornando-os impróprios para uso.

Portanto, todos os trechos estão numa situação delicada, sendo os mais críticos os pontos 04, 05 e 06 localizado no município de São José de Ribamar. A atual situação ambiental da bacia hidrográfica do rio Paciência está associada, principalmente ao uso e ocupação do solo no entorno bacia, que se intensificaram a partir de investimentos no setor habitacional.

Faz-se algumas ressalvas, considerando que se realizou apenas uma coleta, no mês de dezembro, devido a falta de possibilidade de acesso a área no período de chuvas mais intensas.

Acredita-se, portanto, a partir do estudo desenvolvido, que os objetivos foram alcançados, ao mesmo tempo, que se contribui para o conhecimento das condições ambientais da bacia, para a temática de caracterização do saneamento e qualidade das águas superficiais da ilha, bem como, gera-se informações importantes para o processo de gestão das águas no Maranhão, e especialmente para a Ilha do Maranhão.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Portal da qualidade das águas-redes de monitoramento. 2016.** Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/rede-nacional-rede-monitoramento.aspx>>. Acesso em: 10 fev. 2019

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Indicadores de qualidade - Índice de qualidade das águas (IQA).** Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indiceaguas.aspx>>. Acesso em: 16 mai. 2019

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Atlas esgotos: despolição de bacias hidrográficas** / Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, Brasília: ANA, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648**: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986.

BRAGA et. al. **Introdução a Engenharia Ambiental- o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. **Lei Federal n.11.445**, de 05 de janeiro de 2007. Institui a Lei Nacional de Saneamento. Brasília, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde **Manual de Saneamento**. 4 ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2015.

BRASIL. **Portal do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em: 07 jan. 2019

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2011. Série Relatórios. Apêndice D: **Variáveis de Qualidade das Águas**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/documentos/índices/02.pdf>>. Acesso em: 05 mai. 2019.

CORREIA, E. L. S. **Qualidade das águas e nível trófico da bacia do Rio Paciência na Ilhado Maranhão, Brasil**. São Luís, 2018. 113 f. Monografia (Graduação em Geografia Bacharelado). Universidade Estadual do Maranhão, 2018.

COSTA, S. A. B; CÔRTEZ, L. S.; COELHO, T.; FREITAS, M. M. **indicadores em saneamento: avaliação da prestação dos serviços de água e de esgoto em Minas Gerais** rev. UFMG, Belo Horizonte, v. 20, n.2, p. 334-357, jul. /dez. 2013. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/revistaufmg/downloads/20-2/16-indicadores-em-saneamento-samuel-costa-larissa-cortes-taiana-netto-moacir-freitas-junior.pdf>>. Acesso em: 05. Nov. 2018

LANDAU, E. C.; MOURA, L. **Variação geográfica do saneamento básico no Brasil em 2010: domicílios urbanos e rurais**. Brasília, DF: Embrapa, 2016.

ONUBR: **OMS pede aumento de investimentos para atingir meta global de banheiro para todos** disponível em: <<https://nacoesunidas.org/oms-pede-aumento-de-investimentos-para-atingir-meta-global-de-banheiro-para-todos/>>. Acesso: 04 nov. 2018

Resolução CONAMA 357- Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2019.

SALGADO, M. E. R; PEREIRA C. R. P; SOUZA, U. D. V. **Dinâmica socioambiental da área da bacia do Rio Paciência, porção nordeste da Ilha do Maranhão/MA**. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, 13 a 18 abr. 2013, INPE.

SANTOS, H. C. **Poluição Hídrica**. 2014. UNOPAR - Universidade Norte do Paraná, Palmas. Disponível em: <www.trabalhosfeitos.com/topicos/diferença-poluição-e->

[contaminação/0](#)>. Acesso em: 25 nov. 2018.

SILVA, M. A. R. **Economia dos recursos naturais**. In: Economia do meio ambiente: Teoria e prática. Rio de Janeiro: Editora Campos, 2003.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos** – 2ªed. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais; 1996.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. Ed. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Editora da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte, 2005.

TEIXEIRA, A. L. F. et al. **Análise espacial de indicadores socioeconômicos aplicada a gestão na área de saneamento**. 2004. Disponível em:
<<http://hidro.ufrj.br/pet/artigos/%20Artigo-%20RBRH.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2019

TRATAR BRASIL. **Saneamento básico x Saúde no Brasil. 2013** disponível em:
<<http://www.tratabrasil.org.br/blog/2013/04/09/saneamento-basico-x-saude-no-brasil/>>.
Acesso em: 22 fev. 2019.

TUNDISI, J. G. “**Novas Perspectivas para a Gestão dos Recursos Hídricos**”. Rev. USP (Superintendência de Comunicação Social da Universidade de São Paulo). **Volume** 1. Número 70. p. 24-35. jul. /ago. 2006.

PEREIRA, E. D. **Avaliação da vulnerabilidade natural à contaminação do Solo e aquífero do reservatório Batatã - São Luís (MA)** 2006. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Campus de Rio Claro.
