



REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica.

PERCEPÇÃO SOBRE A QUALIDADE DO SERVIÇO DE ÁGUA POTÁVEL NO MUNICÍPIO DE TUCURUÍ – PA, BRASIL: DAS CONDIÇÕES DE OFERTA

* Pedro Henrique Silva de Sousa ¹
Augusto da Game Rego ¹
Allan Jamesson Silva de Jesus ¹

PERCEPTION OF THE QUALITY OF DRINKING WATER SERVICE IN TUCURUÍ – PA, BRAZIL: OFFER CONDITIONS

Recibido el 26 de diciembre de 2023. Aceptado el 6 de mayo de 2024

Abstract

The article aims to analyze the perception of the quality of drinking water supply services in the city of Tucuruí-PA. With a focus on identifying specific phenomena and discussing the relationship between water supply at the SAA km 4 and water consumption and use in the Jaqueira neighborhood, a correlation analysis was carried out only between socioeconomic variables and then between socioeconomic variables and those of water consumption and use. The study was carried out in two stages, the first addressing the capacity of the drinking water supply sector in km4 and the second focusing on the perception of services by the population of the Jaqueira neighborhood. The research indicated that by the year 2028, the km4 system may not have the capacity to meet the water demand of the population living in the area it serves. In addition, the population of the Jaqueira neighbourhood, characterized mainly by small families, low income and low level of education, evaluates the services as poor or very poor. In addition, a negative correlation was identified between the occurrence of intermittent water supply and the assessment of water quality, a positive correlation between economic class and the use of bottled water, as well as a negative correlation between the frequency of household cleaning of reservoirs and the occurrence of symptoms related to contact with poor quality water. Finally, it was not possible to accurately identify the profile of consumers based on perception

Keywords: water supply systems, consumer perception, correlation analysis, cluster analysis.

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Brasil.

*Autor correspondiente: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Brasil. Av. Brasília, s/n - Vila Permanente, Tucuruí – PA, 68455-766, Brasil. Email: eng.pedrohsousa@gmail.com

Resumo

The article aims to analyze the perception of the quality of drinking water supply services in the city of Tucuruí-PA. With a focus on identifying specific phenomena and discussing the relationship between water supply at the SAA km 4 and water consumption and use in the Jaqueira neighborhood, a correlation analysis was carried out only between socioeconomic variables and then between socioeconomic variables and those of water consumption and use. The study was carried out in two stages, the first addressing the capacity of the drinking water supply sector in km4 and the second focusing on the perception of services by the population of the Jaqueira neighborhood. The research indicated that by the year 2028, the km4 system may not have the capacity to meet the water demand of the population living in the area it serves. In addition, the population of the Jaqueira neighbourhood, characterized mainly by small families, low income and low level of education, evaluates the services as poor or very poor. In addition, a negative correlation was identified between the occurrence of intermittent water supply and the assessment of water quality, a positive correlation between economic class and the use of bottled water, as well as a negative correlation between the frequency of household cleaning of reservoirs and the occurrence of symptoms related to contact with poor quality water. Finally, it was not possible to accurately identify the profile of consumers based on perception

Palavras-chave: sistemas de abastecimento de água, percepção do consumidor, análise de correlação, análise de clusters.

Introdução

Os sistemas de abastecimento de água (SAA) são imprescindíveis para atender a demanda das cidades com o fornecimento de água em quantidade e qualidade suficiente para as necessidades do consumo e, nesse contexto, no Brasil houve avanços na oferta de água potável, porém ainda há significativa parcela, mais de 30 milhões de brasileiros, que não é atendida nas suas residências (Araujo *et al.*, 2022; Oliveira *et al.*, 2019, Brasil, 2022).

A falta de acesso a água tem como consequência, por exemplo, a ocorrência de doenças relacionadas à falta de saneamento por conta do consumo de água muitas das vezes fora dos padrões de potabilidade, refletindo negativamente no desenvolvimento humano, atingindo, além da manutenção da saúde coletiva, aspectos financeiros e sociais (Penteado e Branchi, 2021; Figueiredo, 2021, Garcez, 1976).

De acordo com Bueno (2011), os estados que compõem Amazônia Legal, como Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Roraima, Rondônia e Tocantins e, parcialmente, o Estado do Maranhão, apesar de ricos em recursos hídricos, sem dúvidas são os mais afetados pelo serviço precário, onde sua população sofre com água em quantidade e qualidade inadequadas. Nesse contexto amazônico, a cidade de Tucuruí no estado do Pará apesar de ter registrado o atendimento com água potável superior a 90% da sua população no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), a realidade ainda é de busca por fontes alternativas de água pelas famílias locais em função das falhas no atendimento dos serviços, seja pela oferta de quantidade insuficiente de água, pela qualidade duvidosa da água ou pela intermitência do fornecimento (Brasil, 2022).

Logo, o presente artigo tem como objetivo analisar a percepção dos moradores relativa à qualidade dos serviços de água potável no bairro da Jaqueira em Tucuruí – Pará. O entendimento da percepção dos serviços de água por parte dos consumidores é essencial visando a qualidade de vida da população, visto que o acesso a água potável é indispensável para manutenção da saúde coletiva, sendo necessária para bem-estar social e o desenvolvimento econômico local.

Área de estudo

A cidade de Tucuruí-PA (Figura 1) possui área de 33,22 km² e população de 91,306 habitantes (IBGE, 2022) e seu abastecimento de água é gerenciado pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Tucuruí. Na cidade, o SAA km 4 é um dos sistemas responsáveis por abastecer a população com água potável. O SAA realiza captação de água bruta no manancial superficial “Igarapé Santos” para produção de água potável estimada em 25,000 m³/dia na Estação de Tratamento de Água do km 4 (ETA km 4) que é encaminhada para reservação (capacidade de 250 m³) e, em seguida, distribuída para 25 bairros da cidade.



Figura 1. Cidade de Tucuruí – PA. Fonte: Autor, 2022.

Metodologia

Na primeira etapa da pesquisa, foi realizada pesquisa documental sobre a demografia de Tucuruí e em seguida, selecionadas as populações urbanas (P_{urb} em hab.) dos anos de 2000, 2010 e 2022. Em seguida, no QGIS, foram identificados os limites da cidade de Tucuruí para a determinação da sua área (A_{urb} em km²) também para os anos de 2000, 2010 e 2022. Por fim, foram calculados os valores de densidade demográfica absoluta (Dd_{ab} em hab./km²) para 2000, 2010 e 2022 conforme Equação 1. Sem seguida, também com QGIS, foi definida a área de atendimento do SAA km 4 (A_{ae} , em km²) para os anos mencionados e de posse das densidades demográficas absolutas, foram

estimadas as populações para 2000, 2010 e 2022 da área de estudo (P_{ae} em habitantes) conforme Equação 2. Finalmente, os valores de população da área de estudo foram utilizados para a projeção populacional para o período de 2023 a 2043 (via método da curva logística) e para estimativa da demanda de água na área atendida pelo SAA km 4 visando comparação com a capacidade de produção de água potável do SAA.

$$Dd_{ab} = \frac{P_{urb}}{A_{urb}} \quad \text{Equação (1)}$$

$$P_{ae} = Dd_{ab} \times A_{ae} \quad \text{Equação (2)}$$

Na segunda Etapa, foi realizada elaboração e aplicação de questionário para análise da percepção dos consumidores sobre o serviço de água potável do município de Tucuruí – PA, esse questionário foi aplicado no bairro da Jaqueira. O motivo da escolha deste bairro foi devido a sua localização e também por questões de segurança do pesquisador. Visto que nas outras regiões existe um alto índice de criminalidade, com isso, optou-se pelo o bairro que houvesse uma quantidade considerável de residências. Desta forma, as perguntas foram organizadas em três grupos, no caso, “dados socioeconômicos”, “conhecimento básico sobre o SAA” e “especificidades sobre uso e consumo de água”. A aplicação do questionário ocorreu em no bairro da Jaqueira, visto que era o bairro que possui um número expressivo de residências e também é necessário frisar a questão da sua localização, no qual acaba ajudando na segurança física do pesquisador. Com isso, amostra calculada pelo método da amostragem aleatória simples sobre estimativa realizada do número de residências. Os resultados das foram sistematizados e analisados com uso do software R Studio. Inicialmente, foram calculadas as estatísticas descritivas para identificação e composição das características socioeconômicas e ambientais da população do bairro da Jaqueira.

Em seguida, com objetivo de identificação de fenômenos específicos e discussão sobre a relação oferta de água no SAA km 4 *versus* consumo e uso da água no bairro da Jaqueira foi realizada análise de correlação somente entre as variáveis socioeconômicas e em seguida entre as variáveis socioeconômicas e as de consumo e de uso de água. Por fim, foi realizada análise de agrupamento para verificação de perfis socioeconômicos e de consumo e uso de água visando políticas públicas de SAA diferenciadas para estratos específicos da população dentro do mesmo bairro.

Resultados e discussão

Conforme metodologia apresentada, as áreas habitadas da cidade de Tucuruí nos anos de 2000, 2010 e 2022 identificadas foram utilizadas para o cálculo das densidades demográficas absolutas (D_{dab}) para os referidos anos e os resultados foram, respectivamente, 4108 hab./km²,

4383 hab./km² e 4599 hab./km². Considerando as áreas atendidas pelo SAA km 4 identificadas para 2000, para 2010 e para 2022 (Figura 2), chegou-se nas populações atendidas estimadas, respectivamente, de 25857, de 36471 e de 35058 habitantes.

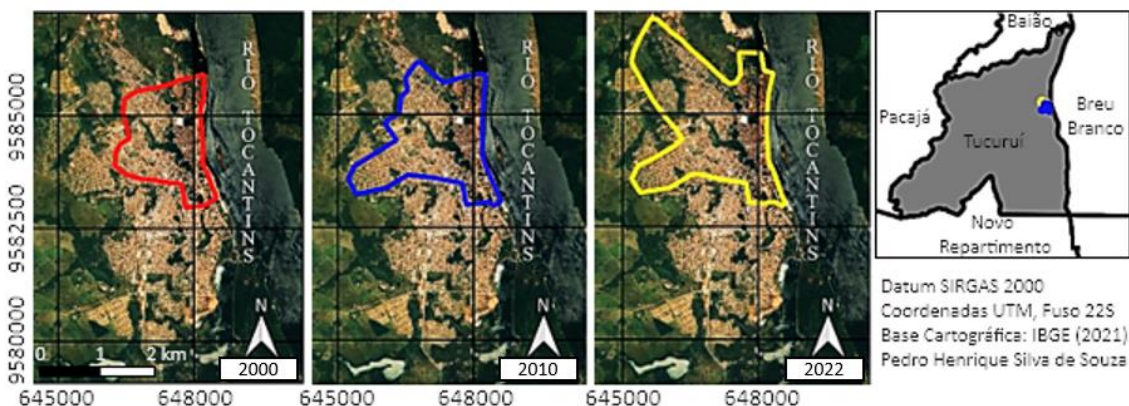


Figura 2. Áreas atendidas pelo SAA km 4 nos anos de 2000, de 2010 e de 2022. Fonte: Autor, 2022.

Com base na estimativa da população para o período de 2023 a 2043 e considerando a demanda *per capita* de 250 l/hab., foi possível projetar a demanda de água potável e comparar com a capacidade de produção do SAA km 4 (Tabela 1) e, nesse sentido, é notório o cenário de déficit na relação oferta *versus* demanda de água potável na área atendida. Assim, é possível estimar que a partir de 2029 o SAA Km 4 não será suficiente para atender a demanda pela qual é responsável, sendo necessário outros meios para poder sanar essa problemática ou até mesmo ampliação do sistema para poder suprir as necessidades existentes.

Tabela 1. Limite da capacidade de oferta de água potável no SAA km 4

Ano	Demanda estimada (L/s)	Capacidade de produção (L/s)
2022	256.56	289.35
2029	290.03	289.35
2043	338.72	289.35

Avaliando a população da área e a relação de 3.7 habitantes por domicílio (Brasil, 2022), estima-se que o bairro da Jaqueira possui cerca de 314 domicílios. Dessa forma, considerando o grau de confiabilidade de 95% e margem de erro de 5%, o tamanho da amostra calculada foi de 174 domicílios, nas quais foram aplicados os questionários e sobre os resultados das estatísticas descritivas percebe-se a ausência de simetria nos gráficos de blocos (Figura 3). Chama a atenção

a taxa de residentes por domicílio ser inferior 3.7 hab./domicílio e a quantidade de famílias recentes no bairro (metade mora a menos de 10 anos). Além disso, metade das famílias moram em imóveis próprios (fato que pode ser explicado pela ocupação dos chefes de família que em sua maioria, aproximadamente 75%, ou trabalha ou é aposentado), no entanto, as famílias se concentram quase na totalidade na classe C2 (renda entre R\$ 1965 e R\$ 3276 dentro do Critério Brasil) e três quartos dela possui escolaridade igual ou inferior ao ensino médio. A baixa renda com poder de compra enfraquecido torna a população mais suscetível a todas as dificuldades causadas pela falta de saneamento, impactando de maneira significativa os grupos mais vulneráveis e os de regiões mais periféricas (Carvalho, 2020).

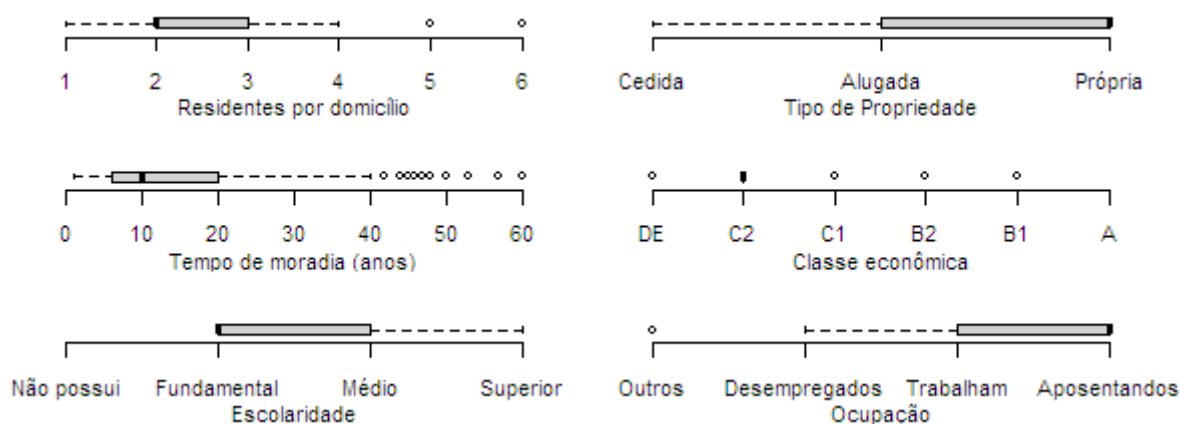


Figura 3. Dados socioeconômicos dos residentes da Jaqueira. Fonte: Autor, 2022.

Sobre as fontes de água para consumo foi constatado que 297 residências utilizam a água do SAA como fonte principal, significativa parcela dos domicílios (Figura 4), porém, quando se trata de água para ingestão a população ainda opta por soluções alternativas, o que demonstra a desconfiança da população na qualidade da água do SAA km 4. Situação que pode estar causando problemas de saúde na população, visto os relatos de sintomas relacionados à ingestão e ao contato com água de má qualidade e por ser de baixa renda, teoricamente possui menor condição financeira para tratamentos de saúde. Nesse contexto, ao serem questionados sobre ocorrências nos últimos seis meses de sintomas próprios de doenças relacionadas à água de má qualidade tanto pela ingestão (diarreia aquosa, vômito, dor abdominal e fezes com sangue etc.) quanto pelo contato (coceira na pele, irritação, vermelhidão nos olhos, manchas vermelhas na pele etc.), os resultados apontam para um quadro preocupante, pois 50.29% da população indicou sintomas que podem estar relacionados a ingestão e cerca de 29.24% admitiu sintomas que podem estar relacionados ao contato, é constatado essa afirmação devido aos resultados encontrados na (Figura 5). Esse cenário apenas reforça uma problemática que é

histórica nas regiões Norte e Nordeste do território brasileiro, onde em 2016 apenas 6% das internações em unidades hospitalares eram relacionadas a doenças de veiculação hídrica, valor relativamente elevado se comparado à média nacional que foi de 3.20% no mesmo período, porém o cenário paraense é mais preocupante ainda, pois cerca de 8.68% das internações são por doenças de veiculação hídrica (Paiva e Souza, 2016).

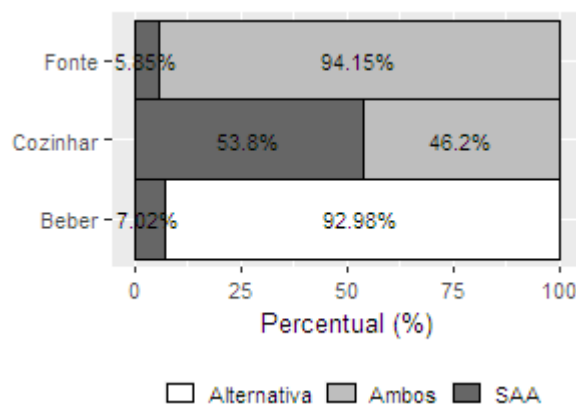


Figura 4. Fonte de água para consumo e sintomas relacionados a má qualidade da água.

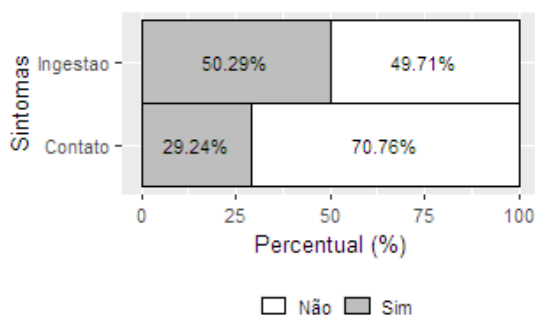


Figura 5. sintomas relacionados à ingestão e ao contato com água de má qualidade. Fonte: Autor, 2022.

Em relação a avaliação do serviço prestado pelo SAA km 4, foi possível constatar que 50.29% dos residentes do bairro da Jaqueira avalia o serviço como “muito ruim” e apenas uma parcela mínima de 15.20% considera o serviço como bom. Os resultados apresentados na (Figura 6) já eram esperados visto que a problemática vivida pelas pessoas na cidade de Tucuruí-PA é histórica. Quando os residentes do bairro avaliam a qualidade da água a situação continua desfavorável, pois a grande maioria da população decreta o SAA como ineficiente, visto a quantidade expressiva de avaliações ruins. É necessário citar que o único parâmetro relativamente satisfatório, foi a

pressão da água no qual obteve números positivos, porém esse resultado pode estar relacionado à existência de reservatórios domiciliares no bairro da Jaqueira.

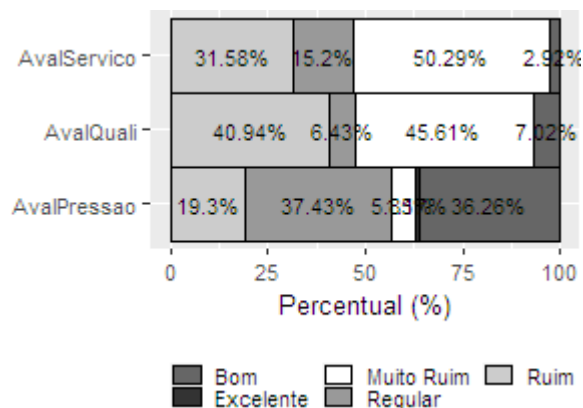


Figura 6. Dados sobre a avaliação do SAA do km04. Fonte: Autor, 2022.

Considerando as suposições levantadas ao longo da análise descritiva dos dados obtidos na pesquisa, foi feito estudo de correlação entre as variáveis. Devido a constatação de hipótese nula via teste de normalidade de Shapiro-Wilk para o conjunto de dados, foi necessário realizar teste não paramétrico para investigação e, nesse caso, foi utilizado o coeficiente S de correlação de Spearman. Dentre os resultados das correlações, algumas devem ser citadas e, nesse caso, foram consideradas as correlações moderadas (valores de S superiores a 0.6 ou inferiores a -0.6) onde há evidências estatisticamente significativas para rejeitar a hipótese nula (grau de significância inferior a 0.01).

Nesse sentido, primeiramente chama-se atenção para a correlação entre os dados de existência de reservatórios e avaliação dos serviços de SAA ($S=0.62$ com grau de significância inferior a 0.01), pois existe uma correlação moderada entre essas duas variáveis, no qual é possível afirmar que possuem o mesmo comportamento, ou seja, uma pessoa que possui reservatórios em sua residência tende a avaliar os serviços positivamente. visto que o próprio reservatório acaba servindo como uma forma de tratamento. Para efeito de comparação, de acordo com Rego (2021), foi constatado que residências que possuíam reservatórios internos acabaram funcionando como uma forma de tratamento, devido aos sólidos em suspensão sedimentarem, tornando o aspecto da água mais agradável para o consumidor.

Os resultados de Rego (2020) e Brito *et al.* (2021), podem também explicar a correlação entre a existência de reservatórios na residência e a utilização da água do SAA para cozinhar ($S=0.71$ com grau de significância inferior a 0.001) e a correlação existente entre a Fonte de água e Água para cozinhar ($S=0.66$ com grau de significância inferior a 0.01), uma vez que as pessoas acabam utilizando uma água de melhor qualidade para beber e cozinhar, como forma de preservar a saúde dos usuários, mas se for constatado que a água for de péssima qualidade, ela será destinada para outros usos, como por exemplo serviços domésticos.

É válido citar a correlação entre o grau de intermitência no fornecimento de água no SAA e a avaliação da qualidade da água ($S=0.72$ com grau de significância inferior a 0.001). Nesse caso, quanto melhor a avaliação quanto à intermitência mais positiva é a avaliação da qualidade da água. Esse fato pode ser explicado pela piora da qualidade da água fornecida possivelmente em função de manutenções mal planejadas e/ou intervenções clandestinas nas redes, ocasionando entrada de material estranho com pedras e areias na rede de distribuição. Hipótese reforçada pelos resultados do estudo de Totsuka (2004) e de Sousa (2019), onde a intermitência acaba gerando pontos da rede com pressões baixas, implicando assim risco de contaminação, ocasionando perigos a saúde coletiva.

A falta de água tanto em quantidade quanto em qualidade faz com que a população procure por outras fontes para consumo e, nesse caso, a utilização de água envazada é alternativa nesse cenário para água de beber, porém apenas a população de maior renda consegue contornar esses problemas, conforme correlação entre a classe econômica e o uso água envazada, ($S=0.60$ com grau de significância inferior a 0.01). Essa situação só reforça o problema social que é a falta de acesso adequado à água e potencializa os riscos inerentes a ele para a população do bairro da Jaqueira, essa hipótese acaba sendo reforçada de acordo com o Brito *et al.* (2021), de acordo com o estudo realizado pelo autor, foi perceptível que as famílias com um maior poder aquisitivo consumiam água envazada, devido à falta de confiança no SAA da cidade. Já em contrapartida, isso não ocorria na população com um menor poder aquisitivo, onde consumiam água do sistema de abastecimento devido à falta de verba. Outro fator que reforça essa hipótese é a preferência pela aquisição de água mineral envasada seja em relação a deterioração do sistema de abastecimento de água, com isso, levando a população a desacreditar na eficiência do SAA, fazendo com que a população tivesse uma predileção maior na água mineral envasada. (Brasil, 2019; Moura *et al.* 2011).

Os resultados de Freire (2012), apontaram que devido os reservatórios não passarem por uma limpeza periódica, tendo em vista a falta de informação em relação a importância sanitária que a limpeza desses reservatórios possui, acabava ocorrendo uma negligência em relação a isso. Com isso, ocorrendo a proliferação de diversos microrganismos. Isso se faz presente no estudo, quando a existência de correlação moderada entre a frequência de limpeza dos

reservatórios domiciliares e a ocorrência de sintomas relacionados ao contato com água de má qualidade ($S = -0.62$ com grau de significância inferior a 0.01) enfatiza que a boa frequência da limpeza do reservatório domiciliar acaba impactando em menor ocorrência de coceiras na pele, irritação, de vermelhidão nos olhos, de manchas vermelhas na pele etc. De acordo com Heller (2009), as doenças de veiculação hídrica são doenças típicas de ambientes precários, devido ao péssimo serviço prestado a população acaba utilizando desse recurso para sanar as suas necessidades. Com isso, ocorrendo assim a transmissão dessas doenças.

Por fim, a limpeza do reservatório domiciliar se comporta de forma semelhante a avaliação do serviço do SAA (0.61 com grau de significância inferior a 0.01) e, nesse caso, a lógica é: quanto mais negativa a opinião sobre os serviços de água, maior a frequência na limpeza dos reservatórios domiciliares na tentativa de atenuar os problemas com qualidade da água. É importante frisar que segundo um estudo realizado em Recife-PE, houve a percepção que os microrganismos, se encontrava no reservatório da residência. Visto que na saída da estação de tratamento e na entrada da residência não constavam indícios de doenças de veiculação hídrica, mas após análises microbiológicas das amostras coletadas no reservatório do domicílio, foi constatado a incidência de *E. coli*, com isso enfatizando a importância da limpeza dos reservatórios periodicamente (Freire, 2012).

Todas as análises de correlação desenvolvidas e discutidas são base do correlograma da (Figura 7), lembrando que foram consideradas apenas os resultados das correlações com S superiores a 0.6 ou inferiores a -0.6 e com grau de significância inferior a 0.01.

Finalmente, foi realizada análise de clusters com todas as variáveis do banco de dados na tentativa de identificação de perfis de consumidores no bairro da Jaqueira e para isso os dados foram normalizados, transformando-os para escala de 0 a 1, para evitar problemas de viés de escala na análise de dados. Foram realizadas várias rodadas de agrupamento considerando de 2 a 9 grupos e a que apresentou melhores resultados identificou 4 clusters, no caso, nomeados como A, B, C e D onde essa sequência obedeceu a ordem das médias das notas dadas para a avaliação dos serviços de água do SAA km 4. Os grupos A, B, C e D contêm, respectivamente, 11, 30, 121 e 9 domicílios, conforme apresentado na Figura 8.

Porém, quando analisadas as médias entre os valores das variáveis dentro de cada grupo, não foram observados resultados satisfatórios para a formação dos perfis com precisão, uma vez que todos os grupos possuem valores médios das variáveis muito semelhantes e que não obedeceram a uma ordem bem definida quando comparados entre as variáveis, conforme observado na Figura 9.

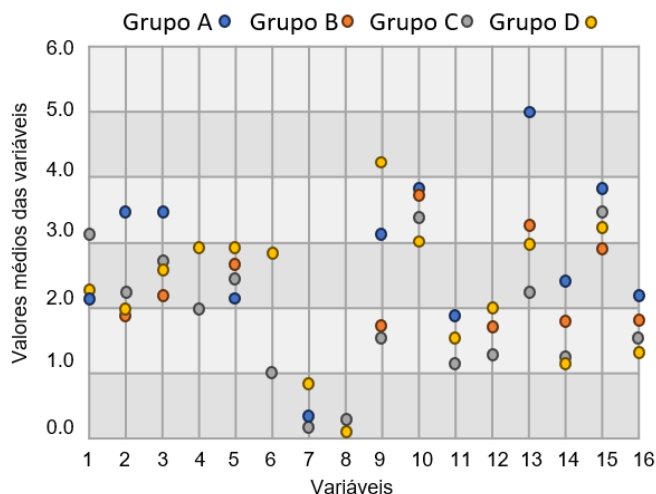


Figura 9. Valores médios das variáveis para cada Cluster. Fonte: Autor, 2022.

Conclusões

A realidade do saneamento básico no Brasil está distante do ideal quando analisada a qualidade dos serviços prestados. Os dados do Sistema Nacional de Informações Sobre o Saneamento (SNIS) apontam muitas das vezes realidades positivas para o abastecimento de água nas cidades brasileiras, porém a situação *in loco* pode ser bem distinta, onde a cobertura desses serviços se aproxima relativamente de uma cobertura total das demandas urbanas e, no entanto, as populações urbanas ainda sofrem com insuficiência de quantidade e qualidade de água potável em suas torneiras em função de problemas operacionais.

Foi possível constatar a expansão ao longo dos anos de 2000 a 2022 na área urbana ocupada na cidade de Tucuruí e a partir da pesquisa realizada no SAA do km 4 conclui-se que o sistema não conseguirá atender essa expansão e é previsto para o ano de 2028 o colapso do atendimento se nenhuma medida for tomada, pois a demanda por água potável atingirá patamar superior ao da capacidade de produção do sistema.

A cidade de Tucuruí, que possui índices de atendimento historicamente superiores a 90%, está distante de ser atendida de forma satisfatória pelo serviço de água potável. Problemas como pressões baixas na rede de distribuição, má qualidade da água e intermitência no sistema fazem com que a população avalie negativamente o serviço e procure fontes alternativas para abastecimento de água.

A busca por fontes alternativas de água traz riscos à saúde devido sua ingestão e contato e, nesse caso, a população atendida pelo SAA do km 4 revela cenário preocupante, pois a água ingerida pode ser causa de sintomas que variam de diarreias aquosas a vômito, dor abdominal e fezes com sangue. Todavia, a ocorrência, mesmo que relatados com menor frequência, de sintomas como coceira na pele, irritação, vermelhidão nos olhos, manchas vermelhas na pele etc. também trazem prejuízos à população.

Uma das contradições identificadas na pesquisa é a utilização de água envazada pela população que é em sua maioria é de baixa renda. A falta de acesso a um serviço de qualidade e o não uso de fontes alternativas de qualidade duvidosa fazem com que a população faça arranjos financeiros para ter água de qualidade e não estar susceptível aos riscos inerentes à ingestão de água de má qualidade.

Vale ressaltar a importância da utilização dos softwares livres nas atividades da pesquisa, os quais foram fundamentais para o desenvolvimento da metodologia proposta para analisar a percepção da população sobre qualidade dos serviços de água em Tucuruí. As etapas empregadas atenderam às expectativas do objetivo da pesquisa e recomenda-se a aplicação dela em outras cidades de configurações socioeconômicas semelhantes ou distintas para comparação dos resultados e avanço no entendimento de que atendimento com água potável vai muito mais além que ter redes de distribuição cortando o espaço urbano. Nesse caso, coloca-se em dúvida a universalização dos serviços de água potável tendo em vista a realidade dos problemas operacionais enfrentados pelas companhias de saneamento no Brasil.

Referências

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas (1992) *NBR 12211: Informação e documentação: Referências*. Rio de Janeiro: ABNT. p. 14. 1992. Acesso em: 16 de outubro de 2022. Disponível em: <https://www.ufpe.br/documents/40070/848544/abntnbr6023.pdf/092b145a-7dce-4b97-8514-364793d8877e>
- Araujo, L. F., Camargo, F. P., Netto, A.T., Vernin, N. S., Andrade, R. C. (2022) Análise da cobertura de abastecimento e de qualidade da água distribuída em diferentes regiões do Brasil ano de 2019. *Ciência & Saúde Coletiva*, **27**(7), 2935-2947. Acesso em: 30 de outubro de 2022 Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/df4BcYHkpmXbth4pjyppfmSp/#>
- Bezerra, S. T. M., Cheung, P. B. (2013) *Perdas de água: tecnologia de controle*. João Pessoa: Editora da UFPB.
- Brasil (2006) *Inspeção Sanitária em Abastecimento de Água*. Brasília, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde, 84 pp. Acesso em: 20 de janeiro de 2023. Disponível em: https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/inspecao_sanitaria_abastecimento_agua.pdf
- Brasil (2007) *Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007*. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília: Diário Oficial da União. Acesso em: 23 de setembro de 2022. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2007/lei-11445-5-janeiro-2007-549031-publicacaooriginal-64311-pl.html>

- Brasil (2014) *Diagnóstico dos serviços sobre água e esgoto – 2012*. Brasília: Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Acesso em: 25 de setembro de 2022. Disponível em: www.snis.gov.br
- Brito, J.M.S., Narezi, G., Menezes, P. D. R., Sussmann, R. A. C., Novais, J. S., Farias, M. S., Quinelato, R. V., Silva, A. G. (2021) Percepção ambiental quanto a qualidade da água utilizada na vila histórica de Caraíva, Porto Seguro – BA. *Revista Brasileira De Geografia Física*, **14**(2), 847–868. Acesso em: 05 de fevereiro de 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/249340>
- Carvalho A. C. L., Rocha, G. M. (2020) Análise dos Riscos e da Vulnerabilidade Socioambiental Urbana, face ao Desenvolvimento Desordenado e a Pressão aos Recursos Hídricos em Belém-PA. *Brazilian Journal of Development*, **6**(4), 18127-18142. Acesso em: 10 de janeiro de 2023. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/8559>
- Figueiredo, E. A. (2022) *Nota da Presidência n. 15: Saneamento básico, acesso à água potável e desenvolvimento humano*. Brasília: Ipea. Acesso em: 05 de novembro de 2022. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/11516>
- Freire, R. C. (2012) Qualidade da água nos reservatórios domiciliares na região metropolitana da cidade do Recife, Pernambuco. *Journal of Management & Primary Health Care*, **3**(2), 102-105. Acesso em: 20 de fevereiro de 2023. Disponível em: <https://jmphc.emnuvens.com.br/jmphc/article/view/146/148>
- Garcez, L. N. (1976) *Elementos da engenharia hidráulica e sanitária*. São Paulo: Editora Edgard Blücher.
- Gomes, H. P. (2009) *Sistemas de abastecimento de água: Dimensionamento econômico e operação de redes e elevatórias*. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB.
- Gomes, H. P. (2012) *Sistema de Bombeamento: Eficiência Energética*. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB.
- Gonçalves, R. F. (2009) *Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de água*. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária.
- Heller, L. Pádua, V. L. (2006) *Abastecimento de água para consumo humano*. Brasília: Editora UFMG. Acesso em: 04 de setembro de 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/ddNXKQtVKQOrp865DmHKyFQ/?lang=pt>
- Heller, L., Pádua, V. L. (2006) *Abastecimento de Água para o Consumo Humano*. Rio de Janeiro: Engenharia Sanitária e Ambiental.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022) *Censo Brasileiro de 2022*. Rio de Janeiro: IBGE. Acesso em: 18 de dezembro de 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html?=&t=conceitos-e-metodos>
- Kuroda, E. K. (2002) *Avaliação da filtração direta ascendente em pedregulho como pré-tratamento em sistemas de dupla filtração*. Dissertação (Mestrado em Saneamento e Hidráulica) – Universidade de São Paulo (USP), Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 242f. Acesso em: 17 de março de 2023. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-07012016-121656/publico/Dissert_Kuroda_Emilia.pdf
- Martha Júnior, G. B., Contini, E., Navarro, Z. (2011) *Caracterização da Amazônia Legal e macrotendências do ambiente externo*. Brasília – DF: Embrapa Estudos e Capacitação, p. 50. Acesso em: 24 de março de 2024 Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/907075/1/GBMJEstudoAMZDA1vISSN.pdf>
- Moura, L. R. C., Porto, G. D., Cunha, N. R. S., Moura, L. E. L., Veiga, R. T. (2011) O comportamento de compra e a percepção dos atributos da água mineral pelos consumidores. *Perspectiva Erechim*, **35** (130), 97-112. Acesso em: 25 de setembro de 2022. Disponível: https://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/130_175.pdf
- Oliveira, J. L. M., Cohen, S. C., Kligerman, D. C., Cardoso, T. A. O., Assumpção, R. S. F. V., Barrocas, P. R. G. (2019) Os desafios do saneamento como promoção da saúde da população brasileira. *Saúde debate*, **43**(especial 3), 4-7. Acesso em: 30 de novembro de 2022. Disponível em: <https://saudeemdebate.emnuvens.com.br/sed/article/view/7942>
- Paiva, R.F.P.S, Souza, M.F.P.S. (2016) Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil. *CSP – Caderno de Saúde Pública*, **34**(1), 1-11. Acesso em: 12 de fevereiro de 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/c3DgtD4MPBmxLdpmW8NxBHK/?format=pdf&lang=pt>

- Penteado, T. B., Branchi, B. A. (2021) O acesso à água e saneamento na promoção do desenvolvimento humano. *Revista Científica ANAP Brasil*, **14**(35), 1-15. Acesso em: 10 outubro 2022. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/anap_brasil/article/view/2918/2744
- Pimentel, D., Pimentel, M. (2006) Global environmental resources versus world population growth. *Ecological Economics*, **59**(2), 195-198. Acesso em: 02 agosto de 2022 Disponível: <http://www.aseanenvironment.info/abstract/4156465.pdf>
- Quasim, S. R. (1998) *Wastewater treatment plants: planning, design, and operation*. Estados Unidos: CRP Press.
- Rego, A. G. (2016) *Desenvolvimento e aplicação de metodologia para avaliação de desempenho hidroenergético de Sistemas de Abastecimento de Água*. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Engenharia em Recursos Naturais da Amazônia, Universidade Federal do Pará, Belém. 2016. Acesso em: 19 dezembro 2022 Disponível em: <https://www.proderna.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/teses/2016/Tese%20-%20Augusto%20Rego%20-%20Final.pdf>
- Rego, A. G., Almeida, A. R., Miranda, D. M. C., Silva, E. M. F., Lima, H. S. S. (2020) Correlação entre especificidades de sistemas de abastecimento de água e suas perdas de água: o caso das companhias regionais do norte do Brasil. *Revista de Engenharia e Tecnologia*, **12**(2), 193-205. Acesso em: 02 de março de 2023. Disponível em: https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/15002/2092092_13422
- Rego, A. G., Castro, N. C. O., Castro, T. C., Silveira, B. S., Carvalho, V. G (2020) Análise das condições de consumo de água e das suas especificidades em um setor de distribuição de água potável. *Revista de Engenharia e Tecnologia*, **12**(1), 62-73. Acesso em: 05 de janeiro de 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/350734761_Analise_das_condicoes_de_consumo_de_agua_e_das_suas_especificidades_em_um_setor_de_distribuicao_de_agua_potavel
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., Lucio M. D. P. B. (2013) *Metodologia de pesquisa*. 5 ed. Porto Alegre: Penso.
- Sousa, B. G. (2019) *Intermitência no abastecimento de água nos processos de adaptação: uma análise documental na cidade de São João do Rio do Peixe-PB*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal da Paraíba, Campus VIII, Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde, Araruna-PB, 65f. Acesso em: 04 fevereiro de 2023. Disponível em: <https://dspace.bc.uepb.edu.br/xmlui/handle/123456789/22687>
- Totsuka, N., Trifunovic, N., Vairavamoorthy, K. (2004) Intermittent urban water supply under water starving situations. In: *30th WEDC International Conference, Vientiane, Lao PDR. Article*, 505-512.
- Tsutiya, M.T. (2006) *Abastecimento de água*. 3ª ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- Tsutiya, M.T. (2014) *Abastecimento de água*. 4ª ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.