



**Análise do Desenvolvimento do Sistema de Abastecimento de Água no
Município de Garanhuns (PE): população atendida, número
de ligações, micromedicação e extensão da rede**

*Analysis of the Development of the Water Supply System in the Municipality of
Garanhuns (PE): population served, number of connections,
micromeasurement and network extension*

*Análisis del Desarrollo del Sistema de Abastecimiento de Agua en el Municipio de
Garanhuns (PE): población atendida, número de conexiones, micromedición y
extensión de la red*

Maurício Costa Goldfarb

Professor Doutor, UPE, Brasil
mauricio.goldfarb@upe.br

Paulo Cavalcante do Nascimento Júnior

Professor Doutor, UPE, Brasil
paulo.cavalcantejr@upe.br

Irami Buarque do Amazonas

Professor Doutor, UPE, Brasil
iba@poli.br



RESUMO

O acesso à água potável é condição indispensável a qualidade de vida das populações, portanto, compreendido como um direito fundamental. No entanto, diversos países, entre eles o Brasil, ainda não conseguem garantir a universalização dos sistemas de abastecimento de água. Sobre saneamento básico em regiões semiáridas, essa pesquisa teve como objetivo principal a análise do desenvolvimento do sistema de abastecimento de água do município de Garanhuns (PE). A pesquisa, com característica de análise quantitativa longitudinal foi desenvolvida a partir de dados sobre população atendida, número de ligações, controle por micromedicação e extensão total da rede, obtidos dos relatórios do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, assim como, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. A metodologia inclui a construção de diagramas de dispersão, a inserção de modelos pelo método dos mínimos quadrados, e a avaliação através dos coeficientes de correlação e determinação de Pearson. Os resultados mostram um crescimento linear, com coeficientes de determinação sempre superiores a 0,9, em todas as variáveis analisadas, correspondendo a uma ampliação de 30,0% na população atendida, de 81,5% no número de ligações, de 176,5% no controle por micromedicação e 109,8% da extensão da rede.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento básico. Abastecimento de água. Universalização.

SUMMARY

Access to drinking water is an essential condition for the quality of life of populations, therefore, understood as a fundamental right. However, several countries, including Brazil, are still unable to guarantee the universalization of water supply systems. About basic sanitation in semi-arid regions, this research had as its main objective the analysis of the development of the water supply system in the municipality of Garanhuns (PE). The research, with a longitudinal quantitative analysis characteristic, was developed based on data on the population served, number of connections, control by micromeasurement and total extension of the network, obtained from reports from the National Sanitation Information System, as well as from the Brazilian Institute of Geography and Statistics. The methodology includes the construction of scatter diagrams, the insertion of models using the least squares method, and evaluation using Pearson's correlation and determination coefficients. The results show linear growth, with coefficients of determination always higher than 0.9, in all variables analyzed, corresponding to an increase of 30.0% in the population served, 81.5% in the number of connections, 176,5% in micromeasurement control and 109.8% in network extension.

KEYWORDS: Basic sanitation. Water supply. Universalization.

RESUMEN

El acceso al agua potable es una condición esencial para la calidad de vida de las poblaciones, por tanto, entendido como un derecho fundamental. Sin embargo, varios países, incluido Brasil, aún no pueden garantizar la universalización de los sistemas de abastecimiento de agua. En cuanto al saneamiento básico en regiones semiáridas, esta investigación tuvo como objetivo principal el análisis del desarrollo del sistema de abastecimiento de agua en el municipio de Garanhuns (PE). La investigación, con característica de análisis cuantitativo longitudinal, se desarrolló a partir de datos sobre población atendida, número de conexiones, control por micromedición y extensión total de la red, obtenidos de informes del Sistema Nacional de Información Sanitaria, así como el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística. La metodología incluye la construcción de diagramas de dispersión, la inserción de modelos mediante el método de mínimos cuadrados y la evaluación mediante los coeficientes de correlación y determinación de Pearson. Los resultados muestran un crecimiento lineal, con coeficientes de determinación siempre superiores a 0,9, en las variables analizadas. Los resultados muestran un crecimiento lineal, con coeficientes de determinación siempre superiores a 0,9, en todas las variables analizadas, correspondiendo a un aumento del 30,0% en la población atendida, del 81,5% en el número de conexiones, del 176,5% en el control de micromedidas y del 109,8% en extensión de red.

PALABRAS CLAVE: Saneamiento. Abastecimiento de agua. Universalización.



1 INTRODUÇÃO

O direito internacional, representado pela resolução A/64 de 2010 da Organizações das Nações Unidas, comprehende o acesso a água potável como um direito humano fundamental. Nesse sentido, o fornecimento contínuo de água, com qualidade e quantidade suficientes, é condição necessária para uma moradia digna, capaz de garantir o desenvolvimento e a manutenção da qualidade de vida das pessoas. A relevância dessa questão e o esforço dos governos para garantir esse direito pode ser estimada a partir dos valores apresentados por Coelho e Campos (2014). Segundo esses pesquisadores, o consumo global de energia relacionado exclusivamente ao fornecimento de água as populações é cerca de 7% de toda a energia produzida mundialmente.

No entanto, apesar dos esforços despendidos e dos avanços observados principalmente nas últimas décadas, boa parte da população mundial, sobretudo em países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, continua sem acesso a água potável. No Brasil, de acordo com dados apresentados pelo Instituto Trata Brasil (2024), aproximadamente 32 milhões de habitantes, que corresponde a 15% dos brasileiros, não tem acesso a esse direito fundamental.

Um importante elemento quando se fala no acesso a água no Brasil, são as discrepâncias internas existentes. Nas regiões Norte e Nordeste, o problema é mais grave do que nas demais regiões do Brasil. Essas diferenças também são observadas entre os estados, entre os municípios e até entre os bairros dos municípios. Segundo Correia, Amaral e Arcoverde (2023), a política de disponibilização dos serviços de saneamento, que comportam os sistemas de abastecimento de água, seguem na maioria das vezes o modelo centro-periferia, que tem historicamente priorizado as regiões centrais em detrimento as periferias e aos povoados mais vulneráveis.

Se o problema já é grave nos tempos atuais, pesquisadores a exemplo de Sung *et al.* (2018) e Ani *et al.* (2024) observam que fatores relacionados as alterações climáticas tendem a agravar a escassez hídrica global e por consequência comprometer ainda mais a sustentabilidade dos sistemas de abastecimento de água. No Brasil, esse mesmo problema é observado no relatório da Agência Nacional de Águas (ANA, 2021). Nesse mesmo sentido e especificamente sobre o Nordeste brasileiro, Assad (2013) e Souza Filho *et al.* (2016), observam o agravamento do fenômeno das secas relacionado as mudanças climáticas e suas consequências sobretudo nas regiões semiáridas.

Como resposta aos desafios para universalização do abastecimento de água, Dada *et al.* (2024) observa como tendência o uso de novas tecnologias que incluem inteligência artificial para gestão sustentável dos recursos hídricos e dos sistemas de abastecimento urbano. Por outro lado, e tratando especificamente da questão no Brasil, Costa (2023) cita a importância da aprovação da Lei 14.026, de julho de 2020, que alterou substancialmente o marco legal do saneamento, possibilitando inclusive a desestatização do setor. Antes as companhias estaduais de saneamento renovavam os contratos de prestação de serviços com os municípios sem a



necessidade de licitação, depois da lei, as licitações são obrigatórias e com possível participação da iniciativa privada.

Nesse contexto, de utilização de novas tecnologias para gestão, de novo arcabouço legal e principalmente, do entendimento sobre a necessidade de universalização dos sistemas de abastecimento de água como garantia de um direito fundamental, surge a necessidade de avaliação das empresas públicas ou privadas responsáveis. Esse trabalho, conforme os objetivos apresentados a seguir, buscou avaliar a expansão do sistema de abastecimento água de um município situado na região do Agreste de Pernambuco.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Esta pesquisa teve como objetivo principal a análise do desenvolvimento do sistema de abastecimento público de água do município de Garanhuns (PE) entre os anos de 2003 e 2023.

2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos compreendem a análise da população, absoluta e relativa, atendida, do número de ligações, do controle por micromedição, e da extensão total da rede do sistema público de abastecimento de água do município de Garanhuns.

3 METODOLOGIA

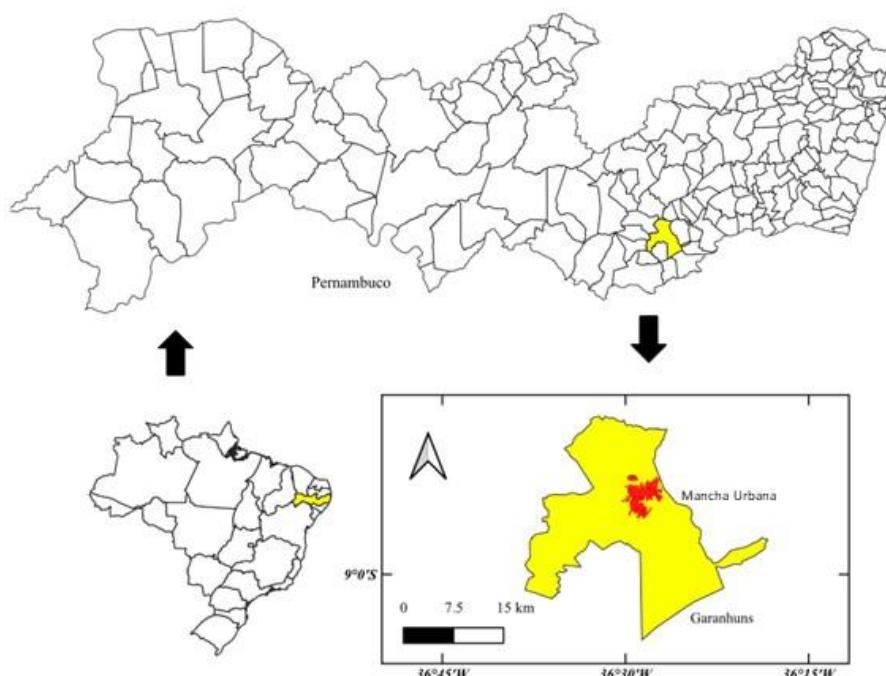
3.1 Local de Estudo

Situada na região do Agreste Pernambucano, inserida no semiárido brasileiro, Garanhuns localiza-se a 230Km da capital do estado, Recife. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), sua população é de aproximadamente 142 mil habitantes e seu Índice de Desenvolvimento Humano tem valor de 0,66.

Sua economia é movida por três setores principais. Pelo comércio, funcionando como mercado polo para 26 outros municípios que compõe a região do Agreste Meridional; pela educação em todos os níveis, incluindo o ensino superior, com presença de universidade pública federal, estadual e municipal, e privadas; e pelo turismo, favorecido pelo seu clima frio no inverno e diversos eventos anuais voltados para a área de cultura. Além desses, o município conta ainda com os setores da indústria e uma forte agropecuária, visto que está localizado na principal bacia leiteira do Estado.

A Figura 1, elaborada por Goldfarb, Albuquerque e Amazonas (2024), a partir da base cartográfica do IBGE, apresenta a localização do Estado de Pernambuco no Nordeste do Brasil, e, do município de Garanhuns no Estado de Pernambuco.

Figura 1 – Localização do município de Garanhuns.



Fonte: Goldfarb, Albuquerque e Amazonas (2024).

3.2 Obtenção dos dados

Durante todo o período de estudo, o abastecimento de água do município de Garanhuns foi desenvolvido pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), empresa de natureza jurídica definida por sociedade de economia mista com administração pública, vinculada à Secretaria de Recursos Hídricos e Saneamento do Governo do Estado de Pernambuco.

Os dados sobre o sistema de abastecimento de água do município, referentes ao período de 2003 a 2023, foram obtidos dos relatórios de diagnóstico dos serviços de água e esgotos do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), disponibilizado pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, vinculada ao Ministério das Cidades. O período de estudo foi determinado pela disponibilidade dos dados do SNIS sobre os parâmetros analisados do sistema de abastecimento de água em Garanhuns.

3.3 Análise dos dados

A coleta dos dados foi escolhida de forma bienal, não só por ser considerada suficiente para a análise proposta nesse trabalho, mas também, porque garantiu a exclusão de algumas lacunas existentes. Nesse sentido as tabelas foram obtidas sem necessidade de interpolação ou qualquer outra forma de preenchimento de falhas. A partir das tabelas, os diagramas de



dispersão foram feitos sempre com a variável tempo, em anos, nas abscissas dos planos cartesianos e, nas ordenadas, os respectivos parâmetros: população atendida, número de ligações, número de micromedicação e extensão da rede.

A análise de correlação e regressão ao modelo fundamentou-se no Método dos Mínimos Quadrados, como descrito por Arenales e Darezzo (2010), na forma utilizado por Goldfarb, Albuquerque e Amazonas (2024), que obtém os coeficientes das equações de ajuste da evolução dos parâmetros no período de estudo a partir da solução do sistema de equações normais apresentado na Equação (01).

$$\begin{cases} a(\sum_{i=1}^n x_i) + b(\sum_{i=1}^n x_i^2) = \sum_{i=1}^n (x_i y_i) \\ b(\sum_{i=1}^n x_i) + na = \sum_{i=1}^n y_i \end{cases} \quad (01)$$

Na Equação (01), a variável independente, x , representa sempre o tempo expresso em anos e, a variável dependente, y , o parâmetro do sistema de abastecimento do município, a população atendida, ou o número de ligações, ou número de micromedicação, em unidades, ou a extensão da rede em Km. O número inteiro n representa o número de amostras e a e b , os coeficientes angular e linear do modelo de ajuste.

O coeficiente de correlação de Pearson, dado pela relação entre a covariância e produto dos desvios padrão, calculado a partir da Equação (02), apresenta a capacidade do modelo em descrever a evolução da variável no período de estudo.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2)(\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2)}} \quad (02)$$

Na Equação (02), r é o coeficiente de correlação, n é o número de observações, x a variável representada pelo tempo, em anos, e y é um dos elementos do sistema de abastecimento de água do município.

Para quantificação da qualidade do modelo, utilizou-se o coeficiente de determinação, r^2 , calculado pelo quadrado do coeficiente de correlação. Nesse caso, a referência foram os valores apresentados em Hopkins (2000): coeficiente de determinação menor que 0,1 significa um grau de correlação inexistente, entre 0,1 e 0,3, uma correlação fraca, entre 0,3 e 0,5, correlação moderada, entre 0,5 e 0,7, forte, e, maior que 0,7, uma correlação muito forte entre as variáveis.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Essa pesquisa foi desenvolvida a partir de dados obtidos do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), órgão da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, vinculada ao Ministério das Cidades. O período de estudo compreende o intervalo iniciado em 2003, com referência ao ano de 2002, e finalizado com dados de 2023, referentes ao ano de 2022. A escolha deste período foi determinada pela disponibilidade de dados sobre abastecimento de água no município de Garanhuns no SNIS.



A Tabela 1 apresenta informações bienais sobre a população total atendida, o número de ligações ativas, o número de ligações com controle por micromedição e a extensão da rede de abastecimento de água no município.

Tabela 1 – Elementos do sistema de abastecimento de água do município de Garanhuns.

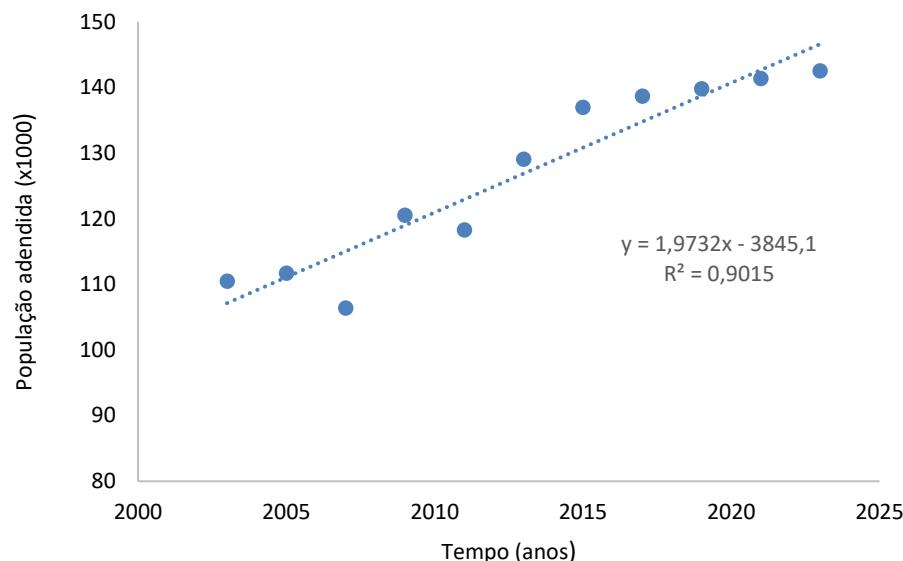
| Ano do Relatório | Ano de referência | População Total Atendida | Número de Ligações | Ligações com Medições | Extensão da rede (Km) |
|------------------|-------------------|--------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| 2003 | 2002 | 110.460 | 27.451 | 17.174 | 234,6 |
| 2005 | 2004 | 111.674 | 27.178 | 16.845 | 222,0 |
| 2007 | 2006 | 106.378 | 27.934 | 16.673 | 231,3 |
| 2009 | 2008 | 120.504 | 31.444 | 25.365 | 254,2 |
| 2011 | 2010 | 118.281 | 34.844 | 32.928 | 281,8 |
| 2013 | 2012 | 129.033 | 37.376 | 35.852 | 308,7 |
| 2015 | 2014 | 136.949 | 40.358 | 39.453 | 326,1 |
| 2017 | 2016 | 138.642 | 43.233 | 42.623 | 406,8 |
| 2019 | 2018 | 139.788 | 45.344 | 43.879 | 470,9 |
| 2021 | 2020 | 141.347 | 47.571 | 46.088 | 512,0 |
| 2023 | 2022 | 142.506 | 48.769 | 47.369 | 512,0 |

Fonte: Elaborada pelos autores com dados do SNIS (2024).

A Figura 2 apresenta a evolução temporal da população total atendida pelo sistema de abastecimento de água na cidade de Garanhuns. A redução dos valores entre 2005 e 2007 e mais uma vez entre 2009 e 2011, precisam ainda ser investigados, no entanto, podem estar associados ao movimento de esvaziamento dos centros das cidades, quando a população migra para novos bairros em regiões periféricas, atendidas com sistemas próprios de abastecimento, independentes da companhia pública.



Figura 2 – Evolução da população atendida pelo sistema de abastecimento de água.

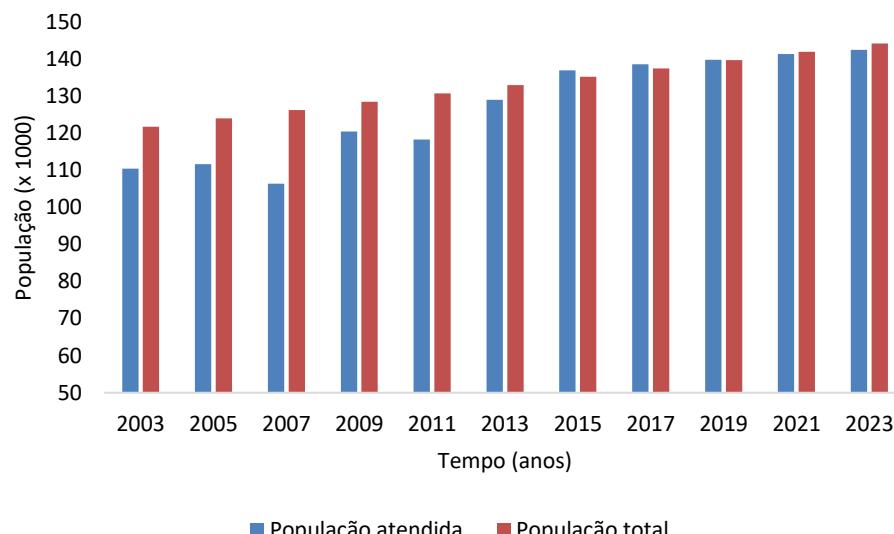


Fonte: Elaborada pelos autores, 2024.

Ainda na Figura 2, os períodos de maiores acréscimos da população atendida ocorrem entre 2007 e 2009 e novamente entre 2011 e 2015. No entanto, apesar da ocorrência destas evoluções atípicas descritas, de uma forma geral, o coeficiente de determinação de 0,9 indica uma forte correlação linear, indicando que, de uma forma geral, a população atendida evolui constantemente do valor inicial de aproximadamente 110 mil até o valor final de 143 mil habitantes, correspondendo a um acréscimo de 30,0%.

A Figura 3 apresenta uma comparação entre a população atendida e a população total do município, incluindo a população urbana e rural. Esse gráfico permite a compreensão sobre o crescimento relativo do sistema de abastecimento.

Figura 3 – Relação entre população atendida pelo sistema e população total.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2024.

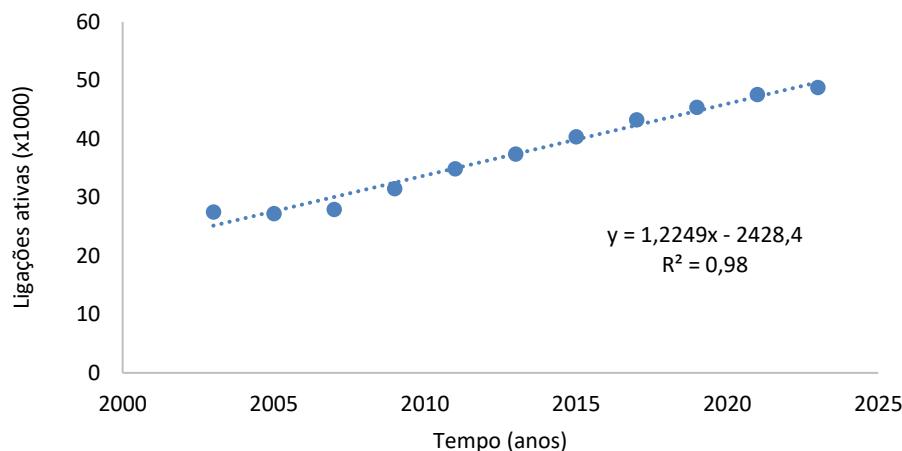
Na Figura 3, os valores relativos aos anos de 2015 e 2017, indicam uma aparente impropriedade, visto que a população atendida supera a população residente do município. Esse erro ocorre certamente devido ao processo de estimativa da população total pelo método de ajuste linear a partir dos valores dos anos em que ocorreram os censos do IBGE, 2000, 2010 e 2022.

Ainda com relação a Figura 3 é possível afirmar que entre 2013 e 2015 ocorre a aproximação da condição de universalização do sistema de abastecimento no município. Um fator relevante nesse caso foram as ações para abastecimento da população rural do município. De acordo com os dados do SNIS, até o ano de 2011 a companhia atendia exclusivamente a população urbana.

A Figura 4 apresenta a ampliação de 81,5% no número de ligações ativas no sistema de abastecimento de água. O coeficiente de determinação de 0,98 indica o crescimento linear constante do número de ligações. Um fator interessante é que este parâmetro continua crescendo mesmo após a universalização do abastecimento ocorrida em 2015, o que também pode ser explicado pelo movimento da população na região do município, nesse caso, relacionados a moradias atendidas pelo sistema de abastecimento.



Figura 4 – Evolução do número de ligações ativas no sistema de abastecimento de água.

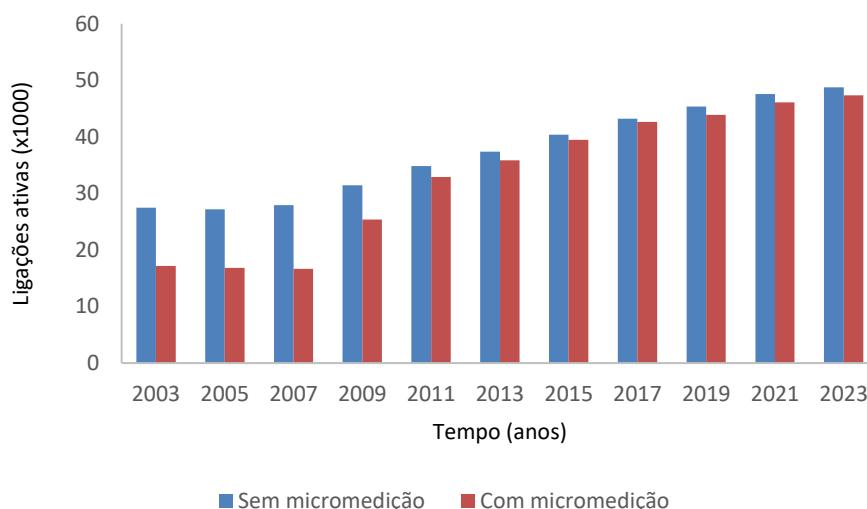


Fonte: Elaborada pelos autores, 2024.

A Figura 5 apresenta uma evolução de 176,5% do controle por micromedicação nas ligações ativas no sistema de abastecimento de água no município. Na figura é possível observar que o número de ligações com micromedicação se aproxima do número total de ligações ativas justamente a partir de 2013, nesse sentido, é possível afirmar que a ampliação da micromedicação está relacionada ao processo que resulta na universalização do sistema observada a partir de 2015.

Em estudo realizado no município de Santarém, Andrade (2015) revela um elevado índice de ligações com inexistência de micromedicação, resultando em um percentual de aproximadamente 30% dos usuários sem pagar pela água consumida. Se tomarmos como referência, no mesmo ano de 2015, o gráfico anterior já aponta para um percentual superior a 98% de ligações com controle de micromedicação no município de Garanhuns, valor que permanece praticamente inalterado até o final do período em 2023.

Figura 5 – Evolução da micromedicação do sistema de abastecimento de água.



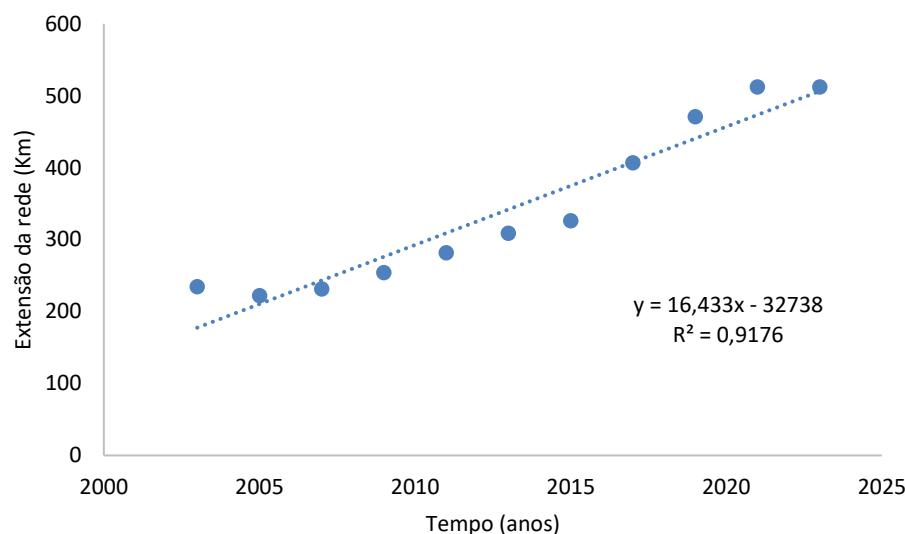
Fonte: Elaborada pelos autores, 2024.

A importância do controle por micromedicação está relacionada não só ao incentivo da redução do desperdício no consumo, mas também a justiça social e sustentabilidade do sistema de abastecimento.

No estado de São Paulo, Cambrais (2023), realiza diagnóstico do sistema de abastecimento de água do município de Votuporanga, e observa que as perdas no sistema chegam a um terço do total. Esse pesquisador aponta o desperdício como elemento crítico do sistema e como solução indica a renovação da rede de distribuição além da necessidade de investimento em controle por micromedicação.

A Figura 6 apresenta a evolução da extensão da rede do sistema de abastecimento de água. Assim como os parâmetros anteriores, o crescimento da extensão da rede expressa a ampliação do sistema de abastecimento. Mas uma vez, o coeficiente de determinação superior a 0,9 indica uma forte tendência de crescimento linear durante quase todo o período, do início até o ano de 2021. Nesse ano a rede atinge o total de 512km, que corresponde a uma ampliação de 109,8% com relação ao valor inicial, permanecendo constante até o final do período. Essa estagnação do crescimento da extensão da rede é compreensível visto que no ano de 2021 o sistema já havia atingido a totalidade da população do município.

Figura 6 – Evolução da extensão da rede do sistema de abastecimento de água.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2024.

A expansão do sistema de abastecimento e principalmente o atendimento a integralidade da população, observado a partir de 2015, está fortemente relacionado a ações voltadas para o abastecimento de comunidades rurais do município. A importância na ampliação da cobertura e da qualidade dos serviços de saneamento em pequenas localidades rurais é detalhadamente descrita no Plano Nacional de Saneamento (2013).

No estado de Pernambuco, conforme dados apresentados de ações desenvolvidas pelo Projeto de Saneamento Rural de Pernambuco (PROSAR/PE, 2023), foram identificadas aproximadamente sete mil comunidades rurais que comportam aproximadamente 1,5 milhão de habitantes, dos quais, quase a metade sem sistema de abastecimento. Nesse contexto, é de extrema importância iniciativas previstas no PROSAR a exemplo do Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR/PE), que conta inclusive com uma parceria com a COMPESA. Contudo, o sucesso dessas iniciativas, conforme Monteiro (2024), depende da solução de problemas relacionados a gestão, principalmente no que se refere a assistência técnica e a sustentabilidade econômico-financeira dos programas.

De acordo com Ehrhardt *et al.* (2007), o problema do saneamento básico e especialmente do abastecimento das populações, é mundial, no entanto não existe um modelo de gestão ideal. Isso porque apesar do problema ser global, as soluções mais eficientes sobre saneamento são tomadas em função de características de cada região.

5 CONCLUSÕES

Todos os parâmetros analisados, população atendida, número de ligações, micromedida e extensão da rede, que por sua vez, fazem referência a expansão e consequente universalização do serviço de abastecimento de água no município de Garanhuns, apresentam característica de crescimento linear no período de estudo.



Entre 2013 e 2015 o município de Garanhuns atinge a condição de universalização do sistema de abastecimento de água. Essa conquista está estreitamente relacionada a políticas de abastecimento voltadas para comunidades rurais. O fornecimento do abastecimento de água a essas comunidades é de extrema importância não só por possibilitar o ideário da universalização, mas principalmente por atender populações de maior vulnerabilidade social, e esse é caso observado no município.

Apesar de, conforme os dados apresentados, no município de Garanhuns, existir abrangência de toda a população com relação ao sistema de abastecimento de água, as variáveis trabalhadas nesse artigo não avaliam a qualidade do serviço prestado. Para tanto, os autores sugerem o desenvolvimento de pesquisas futuras que tratem especificamente de variáveis relacionadas a qualidade do serviço como o tempo de descontinuidade, a qualidade da água, o custo do serviço, entre outros.

6 REFERÊNCIAS

ANA – Agência Nacional de Águas. **Relatório da Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2021**. Disponível em: <<https://relatorio-conjuntura-ana-2021.webflow.io/>>. Acesso em 15 jan. 2024.

ANI, E. C.; OLAJIGA, O. K.; SIKHAKANE, Z. Q.; OLATUNDE, T. M. **Renewable Energy Integration for Water Supply: a Comparative Review of African and U.S. Initiatives**. Engineering Science & Technology Journal, 5(3), 1086-1096. DOI: <https://doi.org/10.51594/estj.v5i3.972>. 2024.

ANDRADE, E.C.L. **Estudo de Caso do Abastecimento D'água do Município de Santarém no Pará**. Universidade Federal do Pará. Instituto de Tecnologia Mestrado Profissional e Processos Construtivos e Saneamento Urbano (Dissertação de Mestrado). Instituto de Tecnologia. UPPA. 2015. Disponível em: <https://ppcs.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2015/elen.pdf>. Acesso em: 04 março 2024.

ASSAD, E. D. ; Magalhães, A. R. ; Alvala, R. C. S. ; Avila, A. M. H. ; Souza Filho, F. A. . Impactos, Vulnerabilidades e Adaptação. Contribuição do Grupo de Trabalho 2 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. 28. ed., 2013.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Diário Oficial União; 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em: 04 maio 2024.

CAMBRAIS, R. C.; FERREIRA, F. O.; MACIE, G. F. **Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água: Diagnóstico e Avaliação de um Município de Médio Porte**. Anais do V Seminário Nacional do Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. Brasília, DF. 2023. Disponível em: <https://www.feis.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/profagua/marcelo-roncolato-cambris_unesp.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2024.

COELHO, B.; CAMPOS, A. A. **Efficiency Achievement in Water Supply Systems: A review**. In Renewable and Sustainable Energy Reviews. Volume 30. 2014. Pages 59-84. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032113006692>>. Acesso em fev. 2024.

CORREIA DA COSTA, M. D.; AMARAL, S.; ARCOVERDE G. F. B.; PAZ, M. G. A. **Dependência Espacial do Acesso ao Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário na Área Urbana da Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. Anais do XX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis, SC. 2023.

COSTA, N. R. **Política Pública de Saneamento Básico no Brasil: ideias, instituições e desafios no Século XXI**. Revista Ciência & saúde coletiva 28 (09). Set., 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/mzjJbSchpDfnYYfTRrC3btd/?lang=pt#>. Acesso em: 05 maio 2024.



DADA, M. A., MAJEMITE, M. T., OBAIGBENA, A., DARAOJIMBA, O. H., OLIHA, J. S., & NWOKEDIEGWU, Z. Q. S. **Review of Smart Water Management: IoT and AI in Water and Wastewater Treatment.** World Journal of Advanced Research and Reviews, 21(1), 1373-1382. 2024.

EHRHARDT, D., GROOM, E. I., HALPERN, J. D., O'CONNOR, S. **Economic regulation of urban water and sanitation services: some practical lessons.** Water Sector Board discussion paper series; no. 9 Washington, D.C. : World Bank Group. 2007. Disponível em: <<https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/343661468331851143/economic-regulation-of-urban-water-and-sanitation-services-some-practical-lessons>>. Acesso em maio de 2024.

GOLDFARB, M. C., ALBUQUERQUE, W. S., AMAZONAS, I. B., **Análise da Evolução do Sistema de Esgotamento Sanitário no Município de Garanhuns (PE): População Atendida, Número de Ligações e Extensão da Rede.** Anais do IV Encontro Técnico e Científico Construção de Cidades Verdes. Edição ANAP, Tupã – SP, 2024.

HOPKINS, W. G. **Correlation coefficient: a new view of statistics.** 2000. Disponível em: <<http://www.sportsci.org/resource/stats/correl.html>>. Acesso em: 5 out. 2023.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2022: População e Domicílios - Primeiros Resultados. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/garanhuns.html>. Acesso em out. 2023.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Ranking do saneamento do Instituto Trata Brasil de 2024. Instituto Trata Brasil, 2024. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2024/03/Relatorio-Completo-Ranking-do-Saneamento-de-2024-TRATA-BRASIL-GO-ASSOCIADOS.pdf>. Acesso em: 20 março 2024.

KLAUS, C. A.; OGOSHI, R. C. S.; MARTINS, A. A. M. **The Right to Water, Social Rights and the Brazilian Constitution: o Direito à Água, Direitos Sociais e a Constituição Brasileira.** Ponto de Vista Jurídico, Caçador (SC), Brasil, v. 13, n. 1, p. 01–09, 2024. DOI: 10.33362/juridico.v13i1.3393. Disponível em: <https://periodicos.uniarp.edu.br/index.php/juridico/article/view/3393>. Acesso em: 5 maio. 2024.

United Nations. General Assembly. **Resolution adopted by the General Assembly on 28 July 2010.** Disponível em: <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n09/479/35/pdf/n0947935.pdf?token=IMsbLbqvcqx3W1raf9&fe=true>. Acesso em mai. 2024.

MONTEIRO, G. T. G. **Indicadores de Saúde Pública e de Saneamento Básico nos Municípios do SISAR Moxotó em Pernambuco.** Universidade de Pernambuco. Escola Politécnica de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Dissertação de Mestrado. Recife (PE), 2024.

PLANSAB - Plano Nacional de Saneamento Básico. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Governo Federal. Brasília, 2013. Disponível em <https://cecol.fsp.usp.br/dcems/uploads/arquivos/1446465969_Brasil-PlanoNacionalDeSaneamentoB%3a1sico-2013.pdf>. Acesso em março de 2024.

PROSAR/PE - Projeto de Saneamento Rural de Pernambuco. GOVERNO DE PERNAMBUCO. 2023. Disponível em <https://www.apac.pe.gov.br/images/PROSAR_PE_-_Marco_de_Gest%C3%A3o_Ambiental_e_Social.pdf>. Acesso em março de 2024.

RAMOS, R. P. da S.; ALEXANDRE, F. da S.; DEUS, R. A. S. G.; LIMA, C. E. S. L.; COSTA, S. O. S.; GOMES, D. D. M.. **Análise Multitemporal do Uso do Solo e Cobertura da Terra no Município de Garanhuns-PE.** Anais do XIX simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Santos/SP, 2019. Disponível em: [file:///C:/Users/Maur%C3%ADcio/Downloads/galoa-proceedings--sbsr-2019--97748%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Maur%C3%ADcio/Downloads/galoa-proceedings--sbsr-2019--97748%20(1).pdf). Acesso em: 16 março de 2024.

SANTOS, Maurílio Pereira; AMAZONAS, Irami Buarque; GOLDFARB, Maurício Costa. **Análise da evolução da qualidade ambiental no município de Garanhuns/PE: uma aplicação de indicadores de salubridade ambiental.** RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218, v. 4, p. e443028-08, 2023.

SEGUNDO, A. A. das M.; PAIXAO, G. do V.; BASTOS, L. C. S.; SANTOS, R. F.; FERNANDES, L. L. **Abordagem Sobre um Sistema de Abastecimento de Água – Estudo de Caso: o Município de Colares no Período entre 2009 e 2013.** Arigó



- Revista do Grupo PET e Acadêmicos de Geografia da Ufac, [S. I.], v. 3, n. 2, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/arigoufac/article/view/5471>. Acesso em: 9 maio. 2024.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS: **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos**. Governo Federal. Ministério das Cidades, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snис/diagnosticos-anteriores-do-snis/agua-e-esgotos-1>. Acesso em: 20 de abril de 2024.

SOUZA FILHO, F. A.; OLIVEIRA, P. P. F. ; ABICALIL, M. T. ; BRAGA, C. F. C. ; SILVA, S. M. O. ; AQUINO, S. H. S. ; CID, D. A. C. ; ARAUJO JUNIOR, L. M. ; BRAGA, A. C. F. M. . **Planos de Preparação para a Seca: ferramentas e estudos de casos**. In: De Nys, E.; Engle, N.L.; Magalhaes, A.R.. (Org.). Secas no Brasil: Política e Gestão Proativas. 1ed. Centro de: Centro de Gestão de Estudos Estratégicos; Banco Mundial, 2016, v. 1, p. 217-282.

SUNG, J. H.; CHUNG, EUN-SUNG; SHAHID, S. **Reliability–Resiliency–Vulnerability Approach for Drought Analysis in South Korea Using 2 GCMs**. Sustainability. 2018; 10(9):3043. <https://doi.org/10.3390/su10093043>. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/10/9/3043>>. Acesso em: 08 jan. 2024.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**. 4. ed. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Saneamento, 2006.