

ANALISE SOBRE O DESENVOLVIMENTO DO SANEAMENTO BÁSICO NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE-PB.

Wilton Maia Velez – Universidade Aberta do Brasil

Janaína Barbosa da Silva - Universidade Federal de Campina Grande

Vânia Santos Figueiredo - Universidade Federal de Campina Grande

1) Introdução

O Brasil possui municípios com limitações e carências de serviços de saneamento básico, conforme afirma o IBGE (2020), o que potencializa o agravamento na condição de saúde das pessoas que não têm acesso a estes serviços. Somado a isso, existem problemas no processo de coleta e tratamento dos efluentes, assim, os serviços de esgotamento sanitário têm apresentado indicadores que revelam que existem processos inadequados que provocam degradação do meio ambiente, poluindo os cursos d'água.

Diante dessa problemática, fica evidente a necessidade de investimentos para implementar medidas que visem mitigar e solucionar esses impactos negativos, entretanto, os prestadores de serviços, sejam eles públicos ou privados, nem sempre aplicam as melhores soluções, mesmo quando se trata de procedimentos de curto, médio ou longo prazo. Desse modo, avaliou-se que os serviços de saneamento necessitam urgentemente da aplicação de métodos e mecanismos científicos ajustados para avaliar seu desenvolvimento.

Para isso, os indicadores de desempenho são importantes para ajudar na gestão desses serviços, pois são uma ferramenta eficiente de auxílio à decisão (VIEIRA; BATISTA; 2008; HELLER, VON SPERLING, 2008; VON SPERLING, 2013; apud. LOPES, W. da S, et.al. 2020, p. 02). Conforme Lopes (2020, p. 02), o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento constitui instrumento fundamental para organização e manutenção dos

indicadores de desempenho, que podem auxiliar as gestões públicas e privadas no apoio à tomada de decisões, em busca de mitigar as limitações na prestação dos serviços de saneamento básico, com base nos indicadores dos aspectos quantitativos da eficiência. É preciso colocar no radar de todas as gestões dos serviços de saneamento a importância de se avaliar a qualidade dos serviços, levando em consideração a integralidade do desempenho eficiente, e não somente a disponibilidade dos serviços.

É necessário incluir o indicador de segurança das infraestruturas, uma vez que não estão inseridas nos planejamentos das prestadoras de serviços. De acordo com a interpretação dada pelo Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República, por meio do Núcleo de Segurança de Infraestruturas Críticas (NSIEC), foi definido que as instalações, serviços, bens e sistemas, cuja interrupção ou destruição provoca sérios impactos sociais, ambientais, econômicos, políticos à segurança do Estado e da sociedade.

Logo, os serviços de água têm atenção necessária para a adoção da Política Nacional de Segurança, seu monitoramento, referente às barragens e ao abastecimento urbano de água estão inseridas no Decreto nº 11.200/2022, em seu anexo. Os serviços de abastecimento de água e distribuição de energia elétrica são serviços básicos e essenciais para a população, o que gera a necessidade do desenvolvimento de ações na área de Segurança de Infraestruturas Críticas, implementadas de forma integrada e participativa (BRASIL, 2022).

O Decreto nº 11.200/2022 determina que os parceiros de todos os setores atuem de maneira integrada nas três esferas de governo para a implementação do Plano Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas - PLANSIC e dos Planos Setoriais. É fundamental que os Estados e o Distrito Federal, e seus respectivos municípios elaborem seus planos de Segurança de Infraestruturas Críticas, formando e adotando as estruturas com diretrizes gerais e planos específicos correspondentes às áreas de energia, transportes, comunicações e águas (focamos nesse último, que é objeto dessa pesquisa). Nesse sentido, os serviços de distribuição de água caracterizam-se como um dos elementos das infraestruturas críticas, que necessita de um conjunto de medidas, de caráter preventivo e reativo, destinadas a preservar ou restabelecer a prestação dos

serviços relacionados às infraestruturas críticas. Portanto, diante desse cenário, busca-se com essa pesquisa apresentar resumidamente como se deu desenvolvidos os serviços de saneamento em Campina Grande, na Paraíba.

Desde 2007, o Instituto Trata Brasil – ITB – realiza estudos voltados a analisar os serviços de saneamento básico no Brasil, considerando os 100 maiores municípios em termos da população. Assim, usando a metodologia publicada pelo ITB, esta pesquisa concentra seu foco especificamente entre as 10 melhores e 10 piores ranqueadas.

2) Objetivo Geral e Específicos

Geral

O objetivo geral deste trabalho foi investigar a condição do desenvolvimento do saneamento básico na cidade de Campina Grande-PB.

Específicos

- Identificar o comportamento estatístico dos serviços de saneamento em Campina Grande em comparação com os grupos das 10 melhores e 10 piores cidades ranqueadas pelo Instituto Trata Brasil (ITB).
- Analisar os serviços de água e esgotos referentes ao período de 2007 a 2020, utilizando os indicadores definidos na metodologia do ITB.

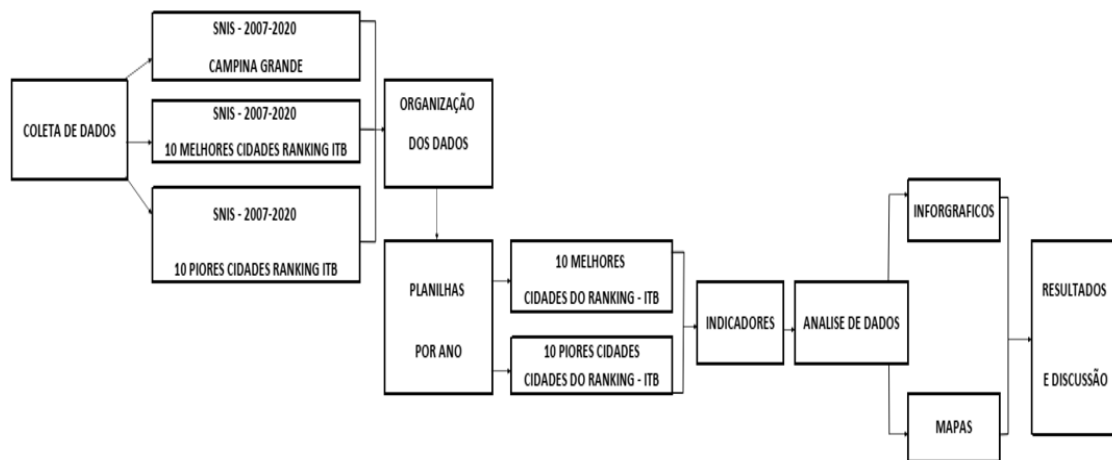
3) Metodologia

A pesquisa caracteriza-se como exploratória, quali-quantitativa. A metodologia adotada incluiu pesquisa bibliográfica, análise de literatura e busca por documentos públicos relacionados ao objeto de estudo. Para a coleta de banco de dados, utilizou-se o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), e a base de dados fornecida pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), referentes às Estações de Tratamento de Esgotos do Bairro da Catingueira e do Glória.

Para avaliar os dados, usou-se a análise estatística multivariada com os testes Anova e Permanova, considerando a inferência por intervalo de confiança. Foi utilizada a técnica de Análise de Regressão, que calculou o relacionamento estimado entre uma ou mais Variáveis Dependentes e uma ou mais Variáveis Explanatórias, comparando os serviços de saneamento desenvolvidos em Campina Grande com os mesmos serviços realizados nas 10 melhores e 10 piores cidades ranqueadas.

Para as análises que exigiram normalidade nos dados, foram utilizados os testes de Kolmogov-Sinai e Shapiro Wilk. O Programa R foi o software utilizado para as análises estatísticas e geração dos gráficos. Os procedimentos metodológicos seguiram o fluxo apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Procedimentos Metodológicos



Fonte: VELEZ, M. W. (2023)

4) Resultados e Discussões

O estudo iniciou com uma análise da metodologia do **Ranking de Saneamento**, projetado pela GO Associados e publicada pelo Instituto Trata Brasil (ITB). Essa metodologia passou por três revisões (2012, 2016 e 2021), sendo a última alinhada ao Marco Regulatório do Saneamento Básico (Lei Federal N° 11.445/2007 e Lei Federal n°. 14.026/2020).

O Ranking do Instituto Trata Brasil é dividido em três grupos (Nível de Atendimento, Nível de melhoria do Atendimento e Nível de Eficiência), totalizando 12 (doze) indicadores.

O cálculo do Ranking utiliza dados do SNIS e segue cinco etapas principais: Coleta e tabulação dos dados; Entrevistas com especialistas para validação; Tratamento dos dados e elaboração do Ranking; Análise dos resultados; e Elaboração do Estudo.

A pesquisa desenvolvida identificou três pontos críticos na metodologia do ITB:

1. Generalização na Avaliação: Há uma generalização que atribui a mesma nota a cidades com valores distintos (Ex: nota 10 para todas as cidades acima da nonagésima posição), o que dificulta o escalonamento.
2. Combinação de Variáveis em Escalas Distintas: O método combina indicadores e variáveis em unidades de medidas completamente distintas (ex: investimento na ordem de milhões vs. índice de perdas por ligação em poucas unidades), fazendo com que variáveis de escala superior influenciem significativamente a variância.
3. Risco de Erro Tipo 2: O uso de um índice composto com variáveis de elevado desvio padrão pode ocultar diferenças estatísticas significativas existentes em outro indicador, proporcionando a chance de ocorrência de Erro Tipo 2.

A solução encontrada foi analisar os indicadores individualmente, permitindo isolar cada fator e utilizar a variação real existente nos dados, estimando um P estatístico para cada comparação. O critério de significância adotado foi **P < 0,05**.

A análise estatística **Permanova** (Quadro 1) demonstrou que há diferenças significativas ao se comparar Campina Grande com o grupo das 10 melhores e 10 piores ($p=0,0001^{***}$).

Quadro 1 - Permanova

Número de Permutações	9999
Soma total dos quadrados	152.8
Soma dos quadrados dentro dos grupos	134.7
Estatística F	59.85
P	0.0001***

Fonte: VELEZ, M. W. (2023)

O Quadro 2 confirma que Campina Grande difere estatisticamente de ambos os grupos (10 piores e 10 melhores), indicando que "muito foi realizado, mas que na mesma proporção, há muito a ser feito".

Quadro 2 - Ponto de vista estatístico

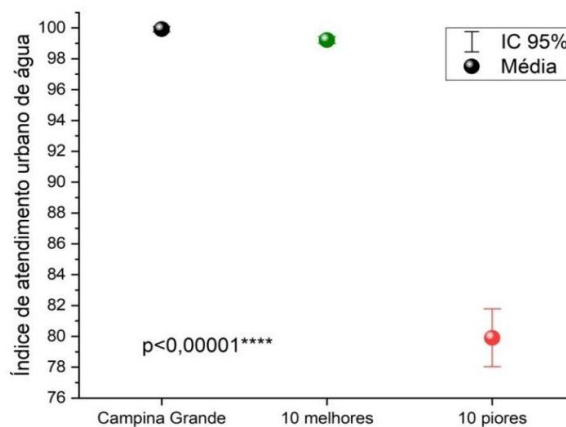
Elementos	10 Piores	10 Melhores	Campina Grande
10 Piores	***	0.0001	0.0014
10 Melhores	0.0001	***	0.0037
Campina Grande	0.0014	0.0037	***

Fonte: VELEZ, M. W. (2023)

As diferenças significativas ($p < 0,00001$ ****) foram encontradas para:

- **Índice de Atendimento Urbano de Água:** A média de Campina Grande é maior que a do grupo das 10 melhores (Gráfico 1).

Gráfico 1- Média do índice de atendimento urbano de água



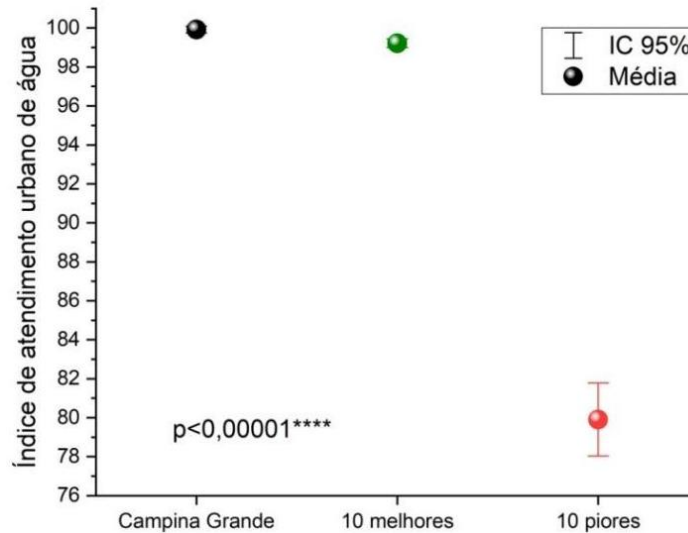
Fonte: VELEZ, M. W. (2023)

- **Atendimento Urbano de Água:** A média de Campina Grande (84,27%) é um pouco menor que a média das 10 melhores (92,53%).

Média do índice de atendimento urbano de água



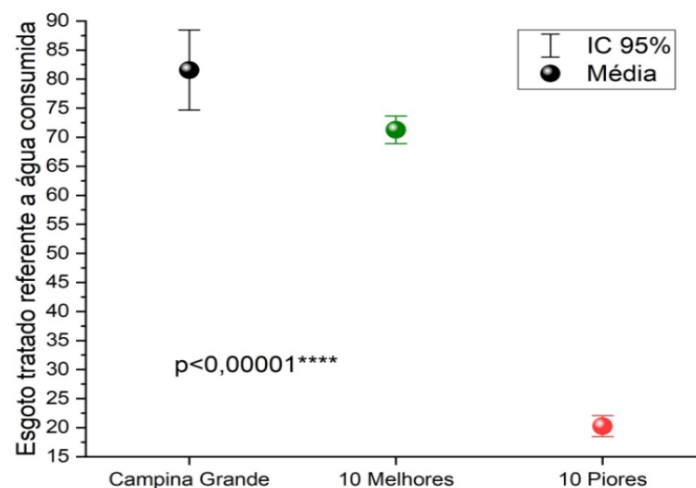
Gráfico 1- Média do índice de atendimento urbano de água



Fonte: VELEZ, M. W. (2023)

- **Índice de Esgoto Tratado:** A média de Campina Grande é superior à das 10 melhores (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Média do índice de esgoto tratado referente à água consumida



Fonte: VELEZ, M. W. (2023)

Em relação aos índices de perda, conforme dados contidos na Tabela 1, Campina Grande é tem Perdas por Ligação, com média de 99,20% contra 97,88% das 10 melhores.

Tabela 1 Comparando os índices de perda e atendimento total de água

Cidades		IN049_AE - Índice de perdas na distribuição	IN051_AE - Índice de perdas por ligação	IN055_AE - Índice de atendimento total de água
10 Melhores	Média	33,40	347,46	97,88
	DP	10,05	170,82	3,62
	Mínimo	0,00	0,00	79,01
	Máximo	61,48	1358,25	100,00
	N	405,00	405,00	431,00
10 Piores	Média	49,36	809,00	77,58
	DP	16,02	545,19	20,95
	Mínimo	3,88	91,32	11,45
	Máximo	96,17	2910,49	100,00
	N	433,00	433,00	443,00
Campina Grande	Média	36,47	260,08	99,20
	DP	9,44	119,89	1,73
	Mínimo	23,49	101,79	95,33
	Máximo	48,48	399,32	100,00
	N	13,00	13,00	13,00
	P	<0,000001	<0,000001	<0,000001

Fonte: SNIS, 2023.

Para os Índices de Perdas na distribuição; Índice de Perdas por ligação e Índice de Atendimento Total de Água (Tabela 1), tem-se que há diferenças estatísticas significativas ($p < 0,000001$). Para perdas na distribuição, a média de Campina Grande é 36,47 contra 33,40%, uma as 10 melhores. Nas perdas por ligação, Campina Grande é mais eficiente, com média de 99,20% contra 97,88%, configurando uma das 10 melhores, uma vez que o índice de atendimento total de água de Campina Grande tem média um pouco maior que as 10 melhores.

Na analisado a Tabela 2, temos o comparativo de investimentos realizados em Campina Grande:

Tabela 2. Comparando investimentos

INDICADOR		FN006 Arrecadação total	FN033 Investimentos totais, prestador de serviços	FN048 Investimentos totais, município	FN058 Investimentos totais, estado
10 Melhores	Média	R\$ 419.010.048,57	R\$ 86.966.319,13	R\$ 1.103.242,22	R\$ 159.833,99
	DP	R\$ 973.177.684,52	R\$ 269.861.465,18	R\$ 6.284.421,13	R\$ 1.026.399,08
	Mínimo	R\$ 16.916.220,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
	Máximo	R\$ 7.088.878.839,81	R\$ 2.625.398.495,15	R\$ 58.398.092,90	R\$ 8.184.150,65
	N	431,00	428,00	191,00	192,00
10 Piores	Média	R\$ 74.160.851,08	R\$ 14.495.537,44	R\$ 1.446.176,27	R\$ 7.871.660,44
	DP	R\$ 75.396.317,71	R\$ 25.480.556,71	R\$ 11.240.075,01	R\$ 20.506.276,80
	Mínimo	R\$ 3.868.867,52	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
	Máximo	R\$ 610.255.880,10	R\$ 177.458.845,79	R\$ 153.770.000,00	R\$ 223.274.533,95
	N	436,00	437,00	197,00	236,00
Campina Grande	Média	R\$ 96.905.357,87	R\$ 15,62	R\$ 0,00	R\$ 655.691,99
	DP	R\$ 33.834.666,40	R\$ 19,55	R\$ 0,00	R\$ 861.620,71
	Mínimo	R\$ 54.566.694,14	R\$ 6,44	R\$ 0,00	R\$ 0,00
	Máximo	R\$ 156.514.427,30	R\$ 71,00	R\$ 0,00	R\$ 2.432.812,67
	N	13,00	10,00	4,00	7,00
	P	<0,00001****	<0,00001****	<0,00001****	<0,00001****

Fonte: SNIS, 2023.

Considerando a Arrecadação Total, é possível identificar que acumulou R\$ 96 milhões em média, atingindo média de investimento inferior se comparado com à média das 10 melhores (R\$ 419 milhões).

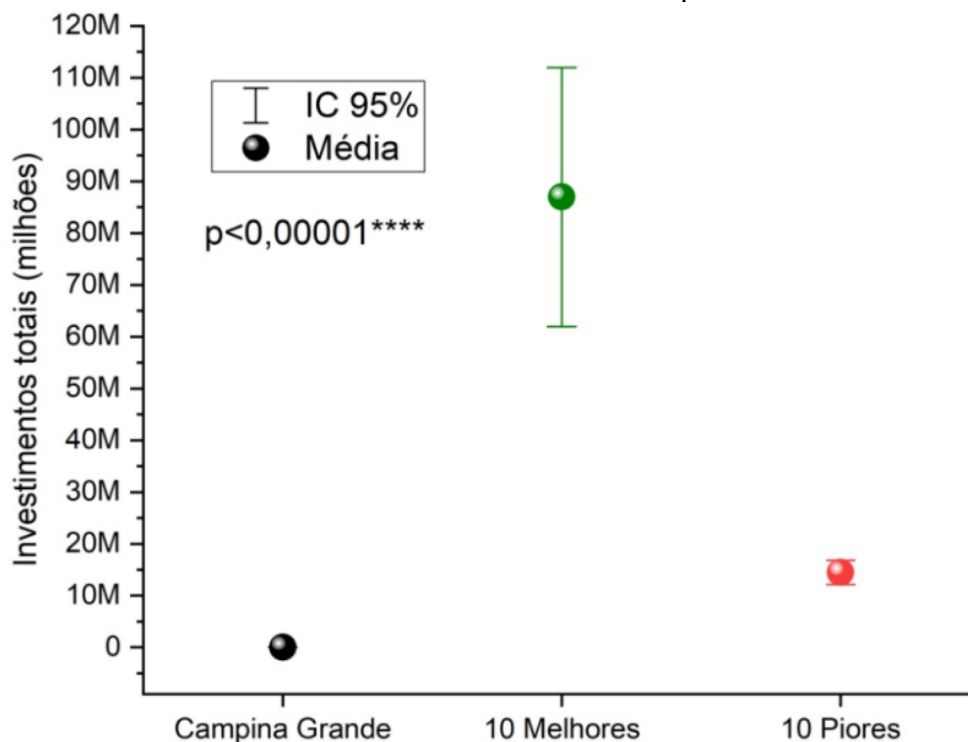
Na Tabela 2, tem-se que há diferenças expressivas para todos os indicadores ($p < 0,00001****$). Na Arrecadação Total, Campina Grande acumulou 96 milhões de reais

em detrimento de 419 milhões da primeira colocada (Santos-SP). Nos Investimentos por Prestadores de Serviço, a média de Campina Grande é 15,62 milhões, pois investiu 86 milhões de reais. Campina Grande não tem investimentos realizados pelo Município, ao contrário das 10 melhores e 10 piores que têm médias próximas (1.103 milhão e 1.446 milhão).

Já no que diz respeito ao investimento pelo Estado, Campina Grande tem média bem superior às 10 melhores, 655 milhões, contra 159 milhões.

A média de **Investimentos Totais** de Campina Grande é inferior tanto às 10 melhores quanto às 10 piores (Gráfico 3).

Gráfico 3 - Investimentos totais de Campina Grande



Fonte: VELEZ, M. W. (2023)

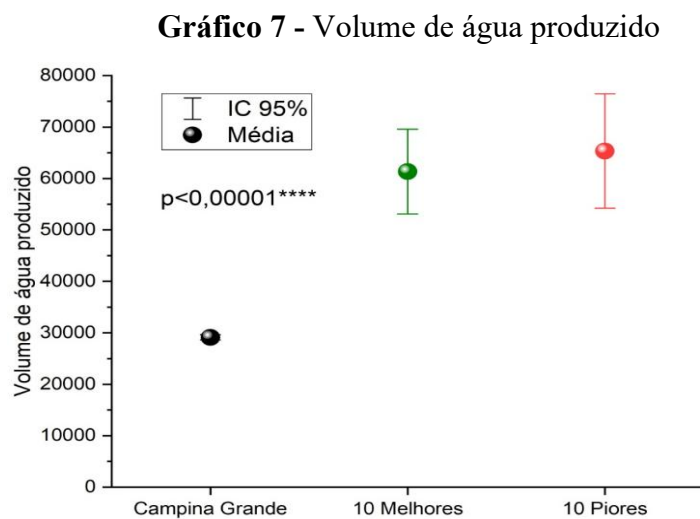
Ao analisar as métricas de volume e ligações, conforme a Tabela 3, Campina Grande tem, Ligações totais de água: Média inferior às 10 melhores do Ranking.

Tabela 3. Comparando métricas de ligações e volume de água

INDICADOR	AG021	AG006	AG011	AG018	AG010	
	Ligações totais de água	Vol. água produzido	Volume de água faturado	Volume de água tratada	Volume de água consumido	
10 Melhor	Média	306988,00	61320,10	77546,16	43569,88	71187,72
	DP	620398,17	88891,10	156903,61	204754,95	139429,74
	Mínim	59766,00	0,00	9524,10	0,00	7711,79
	Máxim	3755238,0	1288981,1	870230,22	1345024,8	789303,08
	N	426,00	415,00	431,00	411,00	431,00
10 Piores	Média	123126,28	65339,56	34880,31	3554,59	37500,89
	DP	88621,68	120116,55	106011,44	12562,01	109789,87
	Mínim	33145,00	0,00	401,39	0,00	391,83
	Máxim	515980,00	1383097,0	1283138,0	81307,00	1329176,60
	N	435,00	439,00	439,00	441,00	435,00
Campina Grande	Média	134245,69	29120,31	20922,27	0,00	17212,04
	DP	16869,50	5635,09	1409,33	0,00	2356,03
	Mínim	110955,00	19990,75	18883,59	0,00	14401,36
	Máxim	161825,00	37581,36	23653,37	0,00	21306,71
	N	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
P	0,000001*	0,00001**	0,000010*	0,000186*	0,000224***	

Fonte: SNIS, 2023.

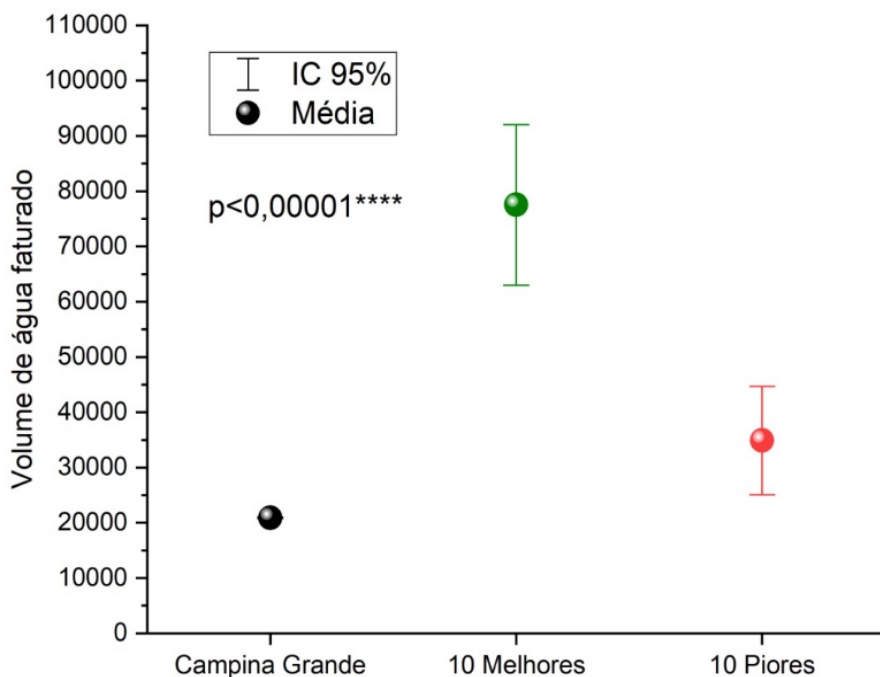
- Volume de Água Produzida: Média inferior às 10 melhores (Gráfico 7).



Fonte: VELEZ, M. W. (2023)

Ao analisar o Volume de Água Faturado em Campina Grande, temos que, Média inferior às 10 piores (Gráfico 10).

Gráfico 10- Volume de água faturado



Fonte: VELEZ, M. W. (2023)

Diante dos dados consolidados, temos, que Campina Grande apresentou resultados mistos em relação aos indicadores de saneamento básico.

- A cidade tem uma média de ligações totais de água superior às 10 melhores cidades do Brasil, significando que a maior parte da população tem acesso à água tratada.
- O município apresenta uma média de investimentos totais inferior às 10 melhores e 10 piores cidades, indicando que não está investindo o suficiente para melhorar a qualidade dos serviços.

Os resultados encontrados são explicados por:

- Diferença de renda (cidade de porte médio com renda *per capita* inferior).
- Gestão dos serviços por empresa privada, que pode estar enfrentando dificuldades financeiras ou de gestão.
- Infraestrutura relativamente antiga e precária, dificultando a expansão e melhoria da qualidade da água.

Para melhorar os resultados, é recomendado que a cidade:

1. Invista mais recursos em saneamento básico, aumentando a arrecadação.
2. Melhore a gestão dos serviços, realizando auditorias e avaliações periódicas.
3. Atualize a infraestrutura de saneamento básico para melhorar a eficiência e a qualidade.
4. Melhore o atendimento de esgoto, investindo na expansão da rede de coleta e tratamento, visto que a média de Campina Grande para o Índice de Atendimento Urbano de esgoto (84,27%) está abaixo da média das 10 melhores (92,53%).
5. Reduza as perdas na distribuição de água, investindo na manutenção e modernização da rede, pois o Índice de perdas na distribuição de Campina Grande (43,10%) está acima da média das 10 melhores (26,64%).

É imprescindível que Campina Grande melhore seus indicadores, especialmente no que diz respeito à eficiência, sendo necessário aumentar a arrecadação, os investimentos e a eficiência operacional, sobretudo nos serviços de tratamento de esgotos.

5) Referências

BRASIL. **Plano Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas**. Decreto nº 11.200, de 15 de setembro de 2022. Disponível em: <https://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/1639450032/decreto-11200-22>. Acesso: 17 out. 2020.

CARVALHO, Bruno Eustáquio de; SANTOS, Daiene Bittencourt Mendes. **Segurança de Infraestruturas Críticas no Brasil**. 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/264997735_SEGURANCA_DE_INFRAESTRUTURAS_CRITICAS_NO_BRASIL. Acesso: 17 out. 2022.

BARROS, I. P. A. F. (2013). **Proposta de um sistema de indicadores de desempenho para avaliação de Estações de Tratamento de Esgotos do Distrito Federal**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais. Disponível em: www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/804M.PDF. Acesso: 10 set. 2023.

BEAUVOIR, S. A **Ética da Ambiguidade**. 1947. Disponível em: <https://www.marxists.org/reference/subject/ethics/de-beauvoir/ambiguity/>. Acesso: 05 nov. 2022.

BOARDMAN, T.J.; MOFFITT, D.R. **Graphical Monte Carlo type I error rates for Múltipla comparison procedures**. *Biometrics*, v.27, p.738- 744, 1971.

CARMER, S.G.; SWANSON, M.R. **Detection of differences between means, a Monte Carlo study of five Múltipla comparison procedure**. *Agronomy Journal*, v.63, p.940-945, 1971.

CARMER, S.G.; SWANSON, M.R. **Evaluation of ten Múltipla comparison procedures by Monte Carlo methods**. *Journal of American Statistical Association*, v.68, p.66-74, 1973.

CHEW, V. **Comparisons among treatment means in an analysis of variance**. Beltsville: USDA, 1977. 69p. (Bulletin, H6).

CONAGIN, A. **Discriminative power of Modified Bonferroni's Test**. *Revista de Agricultura*, v.73, p.31-46, 1998.

CONAGIN, A. **Discriminative power of the Modified Bonferroni's Test under general and partial null hypothesis.** Revista de Agricultura, v.74, p.117-126, 1999.

CONAGIN, A. **Tables for the calculation of the probability to be used in the Modified Bonferroni's Test.** Revista de Agricultura, v.76, p.71-83, 2001.

HAMDAN, Otávio Henrique Campos; LIBÂNIO, Marcelo; COSTA, Veber Afonso Figueiredo. Avaliação de indicadores aplicados a sistemas de abastecimento de água de pequeno porte. **Engenharia Sanitária e Ambiental** [online]. 2019, v. 24, n. 6, pp. 1183-1194. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522019185444>. Acesso: 5 nov. 2022.

ITB – Instituto Trata Brasil. **Ranking do saneamento.** São Paulo: GO Associados, 2021.

SARAIVA, Daniel. **Disciplina Análise Multivariada no R - BOT00170, Análise multivariada no R**, p.28-56, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-graduação em Botânica, 2021, Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/95520369/apostila-analise-multivariada-2021-1>. Acesso: 17 out. 2022.

RAMOS Junior, W. (2020). **Análise crítica dos indicadores de desempenho de estações de tratamento de efluentes do órgão ambiental estadual do Rio de Janeiro.** Revista S&G 15, 2, 181-189. <https://revistasg.emnuvens.com.br/sg/article/view/1659>. Acesso: 08 de setembro de 2023.

SIEGEL, S. **Estatística Não Paramétrica Para as Ciências do Comportamento.** São Paulo: McGraw-Hill, 1975.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. **An analysis of variance test for normality (complete samples).** *Biometrika*, p. 591-611, 1965.

VELEZ, Wilton Maia. **A gestão do saneamento básico na cidade de Campina Grande – PB: um olhar sobre os anos de 2007 a 2020.** 2023. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2023.

VON SPERLING, T. L. **Estudo da utilização de indicadores de desempenho para avaliação da qualidade dos serviços de esgotamento sanitário.** 2010. 140 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.



SEMINÁRIO
INTERNACIONAL
**CLIMA, RECURSOS
HÍDRICOS E
PLANEJAMENTO**

VON SPERLING, T. L.; Von Sperling, M. Proposição de um sistema de indicadores de desempenho para avaliação da qualidade dos serviços de esgotamento sanitário. **Rev. Eng. Sanit. Ambient.**, v. 18, n. 4, p. 313-322, out./dez. 2013.