

Análise comparativa do consumo de água antes e depois da Pandemia Covid-19 no município de Campos dos Goytacazes

Tobias Ribeiro Barreto¹

Betânia Rabelo²

Milton Erthal Junior³

GT4. Saúde ambiental em um cenário de crise sanitária: gestão de resíduos, marco regulatório do saneamento ambiental, saúde do trabalhador a partir da gestão do espaço urbano na Pandemia

Resumo: A pandemia (COVID-19) gerou mudanças significativas nos comportamentos do consumo de água da população do município de Campos dos Goytacazes. Analisamos os dados de consumo de água de 115.196 clientes em 2 anos a partir de abril de 2019, revelando impactos significativos no consumo no período de 1 ano antes da pandemia e 1 ano depois. Nós apresentamos uma segmentação de consumo de água, por residencial, comercial, industrial e pública baseada em dados, caracterizando os padrões de consumo de água no período da pandemia COVID-19. A pandemia aumentou o consumo médio de água no município. Os resultados destacam as categorias com o maior e menor impacto na demanda de água em toda a rede de abastecimento, revelando uma mudança significativa e quantificável nos padrões de consumo de água durante o período de bloqueio do COVID-19. As implicações do estudo para as estratégias de previsão da demanda de água urbana são discutidas.

Introdução

As empresas de abastecimento de água estão cada vez mais buscando maneiras de compreender a natureza completa do uso da água, como melhorar a previsão da demanda da rede e alcançar intervenções eficazes de eficiência hídrica. Ao apresentar uma caracterização detalhada baseada em dados de agrupamentos de famílias, incluindo seus padrões únicos, demonstramos como a compreensão do impacto desses padrões únicos de comportamento na demanda da rede pode ajudar no projeto de previsão de demanda e intervenção que visa as famílias no com base em suas características.

¹ Mestrando em Sistemas aplicados a Engenharia e Gestão no Instituto Federal Fluminense, Engenheiro Civil e Sanitarista, tobiasr.barreto@gmail.com

² Mestranda do Programa de Mestrado Profissional em Sistemas Aplicados a Engenharia e Gestão, Instituto Federal Fluminense, Campos dos Goytacazes, betania.muniz@gsuite.iff.edu.br

³ Professor do Instituto Federal Fluminense, Mestrado Profissional em Sistemas Aplicados a Engenharia e Gestão, Campos dos Goytacazes. Professor da Universidade Candido Mendes, Mestrado Profissional em Pesquisa Operacional e Inteligência Computacional e Doutorado em Planejamento Regional e Gestão da Cidade, Campos dos Goytacazes - miltonerthal@hotmail.com

Esse trabalho tem o objetivo de realizar uma análise para entender os impactos gerados por uma pandemia em relação ao consumo de água potável no município de Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro. Para isso, será comparado o período de 1 ano antes da pandemia e 1 ano depois. Com isso, será possível entender melhor o comportamento do consumo dessa população nesse período.

Metodologia

Com o objetivo de entender o estado da arte sobre os impactos da pandemia sobre o consumo de água, foi realizada uma busca no scopus.com com os seguintes termos:

```
TITLE-ABS-KEY ( water AND consumption AND covid )  
AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE , "ar" ) )
```

Essa consulta foi realizada no dia 20/09/2021, retornando um total de 102 documentos. Esses documentos foram utilizados como referencial teórico.

Dados Transacionais

Para realizar esse trabalho, foram utilizados dados do sistema transacional da concessionária responsável pelos serviços de água e esgoto no município de Campos dos Goytacazes – RJ. Foram levantados dados de toda a população do município do período de 04/2019 a 04/2021. Com o objetivo de comparar o comportamento do consumo de água no município, foi considerado o período de 04/2019 a 04/2020 como período “antes de pandemia” e 05/2020 a 04/2021 como período “depois da pandemia”, com base no decreto publicado pelo Estado do Rio de Janeiro onde reconheceu a situação de emergência em saúde pelo COVID-19 (sars-cov-2) por meio do Decreto no 46.973, de 16 de março de 2020.

Os dados levantados possuem informações do consumo de água mensal de todos os clientes da concessionária. Para realizar esse estudo, foi determinado uma amostra, seguindo as premissas:

- Para evitar distorções na análise, foi determinado um “mês de referência” (04/2019) onde todos os clientes cadastrados como “ativos” naquele mês foram acompanhados até o fim do período determinado. Evitando distorções geradas pelo cadastro de novos clientes no período. Colocar N
- O período determinado pelo estudo é de 1 ano antes do decreto 46.973 do estado do Rio de Janeiro e 1 ano depois do mesmo.
- Os valores de consumo, também conhecido como volume micromedido, corresponde ao volume em m³ que foi registrado pelo hidrômetro presente na entrada do ramal predial no cliente no mês de referência, utilizado para gerar a conta de água no mês da leitura do hidrômetro.
- Caso o cliente tenha solicitado desligamento no período desse estudo, foi optado por mantê-lo na amostra, uma vez que esse desligamento pode ter alguma relação com a atual pandemia.

- A identidade de todos os clientes foi mantida anônima, não sendo possível identificar nenhum dos clientes da base de dados, assim como na amostra.
- Os clientes selecionados no “mês de referência” foram categorizados conforme sua atividade econômica, seguindo os critérios da concessionária: Residencial, Comercial, Industrial e Público.

A categoria Residencial, formada por residências como casas, edifícios residências e condomínios, possui 107.277 clientes na amostra adotada nesse estudo.

Já a categoria Comercial, formada por comércios de pequeno, médio e grande porte, possui 6.167 clientes na amostra.

A categoria pública é formada por setores da esfera municipal, estadual e federal, onde, nessa amostra, é formada por 1.559 clientes.

A categoria industrial, é formada pelos representantes do setor industrial do município, na amostra possui um total de 193 clientes.

Com base nos dados fornecidos, foi estruturado um banco de dados, seguindo uma modelagem dimensional com o objetivo de facilitar sua análise e exploração.

Modelagem dimensional do banco de dados

Nos bancos de dados relacionais, os dados são distribuídos em inúmeras tabelas que se relacionam entre si por campos em comum. O objetivo do modelo relacional é possibilitar que operações rotineiras possam ser persistidas de forma rápida e integrada. Essas operações correspondem a grandes volumes de dados, uma vez que são mantidos dados de cada operação de maneira única. Já um data warehouse, utiliza o conceito de modelagem dimensional, que é a forma de organização de dados que visa atender as necessidades de consultas para a tomada de decisões. No modelo dimensional, a modelagem ocorre de forma diferente do modelo relacional, pois o foco está nos resultados rápidos exigidos para a tomada de decisões.

A ferramenta utilizada para essa modelagem foi o SQL Power arquitetic, primeiramente, os dados foram desnormalizados, e dividido em 2 tipos diferente de tabelas, a tabela fato, onde ficam os dados referente ao consumo de água de cada cliente, e suas dimensões, que são as tabelas que possuem atributos explicativos da tabela fato.

Quadro 1 – Detalhamento das tabelas e colunas utilizadas para análise

Tabela	Coluna	Tipo da variável
FATO_CONSUMO	MATRÍCULA	Inteiro
FATO_CONSUMO	VOLUME_MEDIDO	Decimal
FATO_CONSUMO	MÊS.ANO	Data
DIMENSAO_CLIENTE_POPULAÇÃO	MATRICULA	Inteiro
DIMENSAO_CLIENTE_POPULAÇÃO	CATEGORIA	Texto
DIMENSAO_CLIENTE_POPULAÇÃO	BAIRRO	Texto
DIMENSÃO_CALENDARIO	MÊS.ANO	Data
DIMENSAO_CLIENTE_AMOSTRA	MATRICULA	Inteiro
DIMENSAO_CLIENTE_AMOSTRA	CATEGORIA	Texto
DIMENSAO_CONDICAO	MÊS.ANO	Data
DMENSAO_CONDICAO	CONDICAO	Texto

Fonte: Elaborado pelo autor.

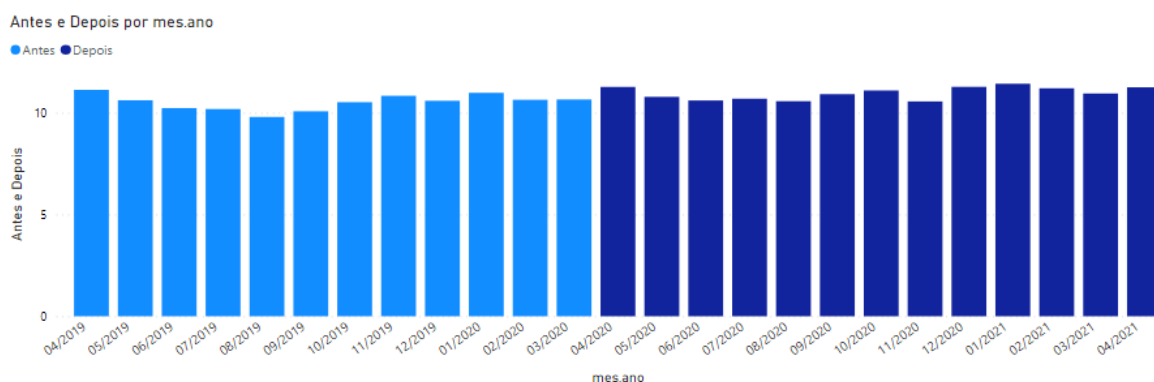
Resultados

Considerando a amostra, foi realizada uma análise de caráter exploratório para estudar a base de dados, a amostra possui 115.196 clientes divididos em 4 categorias: Residencial, Comercial, Industrial e Público, abordadas a seguir:

Residencial

Para o período adotado como antes da pandemia (04/2019 a 04/2020), os clientes da categoria residencial apresentaram um consumo médio de 10,84 m³ por mês. Esses dados são representados na cor azul claro na imagem 1, a seguir:

Imagem 1 – Médias do consumo de água de clientes residenciais em 1 ano antes e depois da pandemia



Fonte: elaborado pelo autor

Para o período após o decreto de situação de emergência (05/2020 a 04/2021), esses mesmos clientes apresentaram um consumo médio de 10,97 m³, um aumento de 0,13 m³ na média do consumo de água.

Para verificar se esse aumento foi significativo, foi realizado o teste T pareado entre as amostras de antes da pandemia e as amostras após o decreto. Os dados usados para realizar esse teste, são apresentados na tabela 1:

Tabela 1: Média do consumo dos clientes residenciais por mês e ano.

Ano	Mês	Média (m³)
2019	abril	14,3135
2019	maio	13,31536
2019	junho	13,30869
2019	julho	13,33897
2019	agosto	12,68255
2019	setembro	13,21092
2019	outubro	13,65993
2019	novembro	14,02887
2019	dezembro	13,86509
2020	janeiro	14,28989
2020	fevereiro	14,08006
2020	março	14,15478
2020	abril	14,03491
2020	maio	13,49514
2020	junho	13,52739
2020	julho	13,86442
2020	agosto	13,93501
2020	setembro	14,1887
2020	outubro	14,30124
2020	novembro	14,04167
2020	dezembro	14,47025
2021	janeiro	14,75316
2021	fevereiro	14,35315
2021	março	14,10373
2021	abril	14,16855

Fonte: Dados extraídos do sistema transacional da concessionária de água e esgoto.

Para realização do teste T pareado, foi utilizado o software BioEstat 5.3, o seguinte resultado foi apresentado na imagem 2:

Imagem 2 – Teste T Pareado para amostras de clientes residenciais

	- 1 -	- 2 -
Indivíduos	12	12
Média	13,3333	13,6667
Desvio Padrão	0,6513	0,4924
Erro Padrão	0,1880	0,1421
Desv. Padrão da Diferença	0,7785	---
Erro Padrão da Diferença	0,2247	---
Média das diferenças	-0,3333	---
(t)=	-1,4832	---
Graus de Liberdade	11	---
(p) unilateral =	0,0830	---
(p) bilateral =	0,1660	---
IC (95%)	-0,8280 a 0,1613	---
IC (99%)	-1,0314 a 0,3647	---

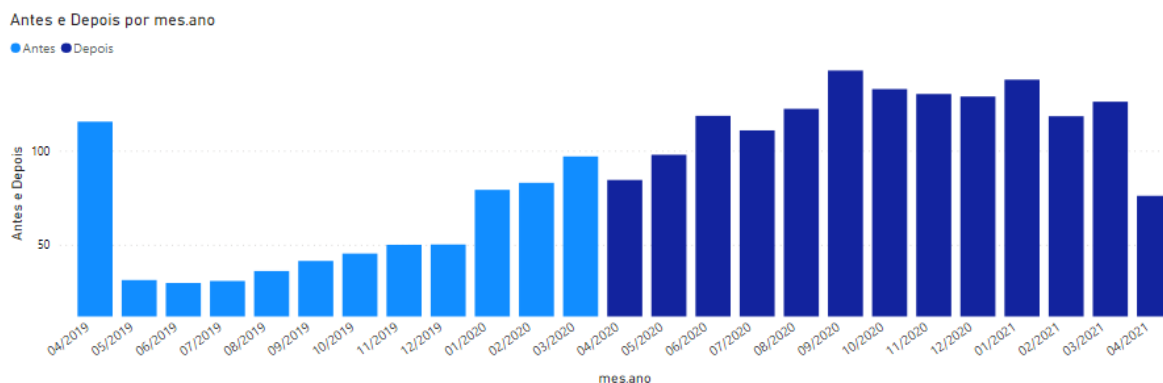
Fonte: BioEstat 5.3

Conforme os dados apresentados, o valor p não atende aos índices de significância (IC) de 95% e 99%, mostrando que esse aumento no consumo de água não foi significativo para os clientes de categoria residencial.

Industrial

Para os clientes da categoria industrial, apresentaram um consumo médio de 62,65 m³ por mês. Esses dados são representados na cor azul claro na imagem 3, a seguir:

Imagem 3 – Médias do consumo de água de clientes industriais em 1 ano antes e depois da pandemia



Fonte: elaborado pelo autor.

Após o decreto (05/2020 a 04/2021) essa mesma categoria industrial apresentou um consumo médio de 117,29 m³ de água, um aumento de 54,64 m³ comparando ao período antes da pandemia.

O mesmo teste T pareado foi realizado para essa categoria, com o objetivo de observar se esse aumento foi significativo, os dados são apresentados a seguir:

Tabela 2: Média do consumo dos clientes industriais por mês e ano.

Ano	Mês	Média
2019	abril	115,388601
2019	maio	31,32642487
2019	junho	29,77604167
2019	julho	30,84375
2019	agosto	36,125
2019	setembro	41,47395833
2019	outubro	45,390625
2019	novembro	50,04210526
2019	dezembro	50,2
2020	janeiro	79,2
2020	fevereiro	82,94179894
2020	março	96,93121693
2020	abril	84,44680851
2020	maio	97,82978723
2020	junho	118,4840426
2020	julho	110,7540107
2020	agosto	122,1989247
2020	setembro	142,5376344
2020	outubro	132,6847826
2020	novembro	130,0706522
2020	dezembro	128,7336957
2021	janeiro	137,6902174
2021	fevereiro	118,2771739
2021	março	125,9726776
2021	abril	76,03804348

Fonte: Dados extraídos do sistema transacional da concessionária de água e esgoto.

Para realização do teste T pareado, foi utilizado o software BioEstat 5.3, o seguinte resultado foi apresentado na imagem 4:

Imagem 4 – Teste T Pareado para amostras de clientes industriais.

	- 1 -	- 2 -
Indivíduos	12	12
Média	57,0000	119,5833
Desvio Padrão	28,7971	18,2929
Erro Padrão	8,3130	5,2807
Desv. Padrão da Diferença	42,7284	---
Erro Padrão da Diferença	12,3346	---
Média das diferenças	-62,5833	---
(t)=	-5,0738	---
Graus de Liberdade	11	---
(p) unilateral =	< 0.0001	---
(p) bilateral =	< 0.0001	---
IC (95%)	-89,7319 a -35,4348	---
IC (99%)	-100,8947 a -24,2719	---

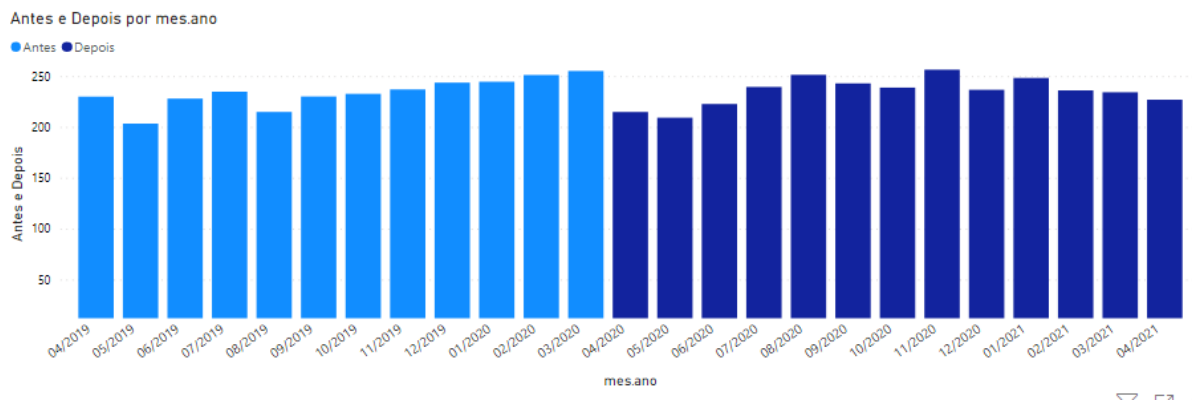
Fonte: BioEstat 5.3

Conforme os dados apresentados, o valor p atende aos índices de significância (IC) de 95% e 99%, mostrando que esse aumento no consumo de água foi significativo estatisticamente para os clientes de categoria industrial.

Público

Para o período adotado como antes da pandemia (04/2019 a 04/2020), os clientes da categoria residencial apresentaram um consumo médio de 202,94 m³ por mês. Esses dados são representados na cor azul claro na imagem 1, a seguir:

Imagem 5 – Médias do consumo de água de clientes públicos em 1 ano antes e depois da pandemia



Fonte: elaborado pelo autor.

Após o decreto (05/2020 a 04/2021) essa mesma categoria industrial apresentou um consumo médio de 235,06 m³ de água, um aumento de 32,12 m³ comparando ao período antes da pandemia.

O mesmo teste T pareado foi realizado para essa categoria, com o objetivo de observar se esse aumento foi significativo, os dados são apresentados a seguir:

Tabela 2: Média do consumo dos clientes industriais por mês e ano.

Ano	Mês	Média
2019	abril	229,8172458
2019	maio	203,2984496
2019	junho	227,8853831
2019	julho	234,658285
2019	agosto	214,7691812
2019	setembro	229,9561573
2019	outubro	232,5670968
2019	novembro	236,898775
2019	dezembro	243,5707763
2020	janeiro	244,4667956
2020	fevereiro	251,0670535
2020	março	255,0425532
2020	abril	214,729207
2020	maio	209,1166989
2020	junho	222,5776918
2020	julho	239,3500967
2020	agosto	251,2283669
2020	setembro	242,8342037
2020	outubro	238,6975833
2020	novembro	256,324183
2020	dezembro	236,5405229
2021	janeiro	248,1947712
2021	fevereiro	235,9385621
2021	março	234,1111111
2021	abril	226,7797386

Fonte: BioEstat 5.3

Para realização do teste T pareado, foi utilizado o software BioEstat 5.3, o seguinte resultado foi apresentado na imagem 6:

Imagem 4 – Teste T Pareado para amostras de clientes públicos.

	- 1 -	- 2 -
Indivíduos	12	12
Média	233,0833	236,3333
Desvio Padrão	14,6750	12,9568
Erro Padrão	4,2363	3,7403
Desv. Padrão da Diferença	18,4496	---
Erro Padrão da Diferença	5,3259	---
Média das diferenças	-3,2500	---
(t)=	-0,6102	---
Graus de Liberdade	11	---
(p) unilateral =	0,2770	---
(p) bilateral =	0,5541	---
IC (95%)	-14,9724 a 8,4724	---
IC (99%)	-19,7923 a 13,2923	---

Fonte: BioEstat 5.3

Conforme os dados apresentados, o valor p atende aos índices de significância (IC) de 95% e 99%, mostrando que esse aumento no consumo de água foi significativo estatisticamente para os clientes de categoria industrial.

Discussão

A pandemia de COVID-19 em curso teve seu no ano de 2020, sua transmissão aumentou rapidamente levando o governo a impor um bloqueio a toda a população, proibindo todas as viagens "não essenciais" e isolamento social. Globalmente, o bloqueio fez com que as famílias mudassem seus comportamentos de consumo típicos drasticamente, resultando em um aumento inicial acentuado nos gastos, especialmente em itens essenciais e alimentos. (Baker, 2020)

Estudos mostram os impactos que a COVID -19 gerou no consumo de água pela população urbana. Por exemplo, na Alemanha, uma mudança significativa no pico de demanda agregada foi observada antes do bloqueio em comparação com o período durante o bloqueio.(Aquatech, 2020). Em um relatório Waterwise4, certas regiões do Reino Unido viram um aumento de 35% no consumo diário durante o confinamento. No Brasil, a análise de dados de 26 dias antes do bloqueio e 26 dias durante o bloqueio revelou um aumento de 11% no consumo doméstico de água atribuível ao bloqueio. (Kalbusch, 2020)

No presente estudo, os resultados apontaram um aumento no consumo de água em todas as categorias abordadas, porém a categoria residencial, que é a que possui maior representatividade das amostras não apresentou um aumento significativo.

Já as categorias Industrial e Público apresentaram aumento significativo em seu consumo de água. Mesmo que no período após o decreto de situação de emergência teve efeitos práticos na economia, reduzindo a produção de vários setores da indústria

e no uso de repartições públicas, o aumento no consumo de água nessas categorias pode ter relação com vazamento de água nas instalações prediais. As medidas de restrições impostas limitaram o uso desses ambientes, tornando a identificação de vazamentos mais difícil.

Conclusão

Esse estudo busca entender um pouco do comportamento da população do município de Campos dos Goytacazes em relação ao consumo de água no período anterior a pandemia e após o decreto de situação de emergência.

Diversos estudos comprovaram o aumento no consumo de água após o início da pandemia, com base nos testes estatísticos realizados, no município de Campos esse aumento foi significativo apenas para indústrias e setores públicos.

Com base nesses dados, pode-se melhorar a previsão do volume de água distribuído pela concessionária, contribuindo para redução de perdas de água na distribuição, preservação do recurso hídrico, redução de custos no tratamento como químicos e energia, entre outros benefícios.

Referências

Aquatech. Case study: Data links COVID-19 lockdown to consumption change. Available at: <https://www.aquatechtrade.com/news/utilities/covid-19-lockdownsimpact-water-consumption/>. (2020)

Kalbusch, A., Henning, E., Brikalski, M. P., Luca, F. Vde & Konrath, A. C. Impact of coronavirus (COVID-19) spread-prevention actions on urban water consumption. *Resour. Conserv. Recycl.* 163, 105098 (2020).

Artesia. The effect of the coronavirus lockdown on water use. (2020).

Baker, S. R., Farrokhnia, R. A., Meyer, S., Pagel, M. & Yannelis, C. How Does Household Spending Respond to an Epidemic? Consumption During the 2020 COVID-19 Pandemic. *Rev. Asset. Pricing Stud.* 10, 834–862 (2020).